Vorläufige Mitteilung über die Mikroorganismen, welche sich an der Bereitung des chinesischen Branntweins „Kaoliang-Chiu" beteiligen.

Von **K. Saito,** Tokio.

(Zentrale Untersuchungsanstalt, südmandschurische Eisenbahngesellschaft, Dairen, Mandschurei, Abteilung für Gärungsgewerbe.)

Der chinesische Branntwein, welcher unter dem Namen „Kaoliang-Chiu" aus Sorghum fabriziert wird, ist ein farbloses, stark berauschendes Getränk mit eigenartigem, von den Eingeborenen gewünschtem Geruch. Über die recht primitive und ganz eigenartige Bereitungsweise soll später ausführlich berichtet werden.

Zunächst muß der sogenannte „Chiizu" hergestellt werden, der nichts anderes ist als eine besondere Art der allgemein bekannten „Chinesischen Hefe". Als Material zur Chiizu-Bereitung verwendet man ein mit Wasser geknetetes Gemisch von zerkleinerter Gerste und Adzuki-Bohnen[1]).

Die Organismen des „Chiizu" sind nach Okazaki[2]) Mucor Rouxii, Mucor racemosus, Rhizopus chinensis, eine alkoholbildende Hefe und eine Kahmhefe. Nach meinen eigenen Untersuchungen sind darin eine große Menge von Schimmelpilzkeimen, Hefen und Bakterien vorhanden, von welchen zur Erzeugung des Branntweins die stärkeverzuckernden und alkoholbildenden Pilze hauptsächlich in Betracht kommen. Meinen Befunden zufolge treten im „Chiizu" immer Aspergillus Oryzae, Mucor corymbifer, Rhizopus sp. und Endomyces sp. auf, von welchen die erstgenannten drei Arten vorzugsweise Zuckerbildner sind. Außerdem konnte ich von Schimmelpilzen bisher noch

---

[1]) Adzukia subtrilobata (Fr. et Sav.) Takah. = Phaseolus radiatus L. var. aurea Prain. = Phaseolus Mungo L. var. subtrilobata (Fr. et Sav.).

[2]) Okazaki, Ber. d. japan. Agric. Gesellsch., Nr. 87, 1909 (japanisch).

Penicillium glaucum, Aspergillus glaucus, Monascus purpureus, Thermoascus aurantiacus, zwei Mucor-Arten, Dematium pullulans, Verticicladium sp., Actinomyces thermophilus und Actinomyces sp. reinzüchten. Wissenschaftlich interessant ist hier die Tatsache, daß aus dem „Chiizu“, auf welchem die Organismen spontan gewachsen sind, viele thermophile und psychrotolerante Arten[1] isoliert wurden. Dies ist aber leicht verständlich, wenn wir ins Auge fassen, daß bei der Herstellung der „Chinesischen Hefe“ die Temperatur derselben ein paar Tage bei 40—50° C bleibt; sie wird durch die Selbsterhitzung des Materials hervorgebracht.

Die mikroskopische Untersuchung der Maische, die in der Weise hergestellt wird, daß man das gedämpfte Sorghum gleichmäßig mit einer kleinen Menge des gepulverten „Chiizu“ (aber ohne besonderen Zusatz von Wasser) mischt, zeigt uns das Vorhandensein einer großen Anzahl von Hefe- und Bakterienzellen. Der eigentliche Alkoholbildner, welcher sich bereits im „Chiizu“ nachweisen läßt, ist eine Saccharomyces-Art, deren Zellen hyalin, kugelig und vakuoliert sind. Bei 23,5° C treten schon nach 20 Stunden Sporen auf. Sie sind kugelig, ca. 3 μ im Durchmesser, glattwandig, hyalin und zu 2—4 in einer Zelle vorhanden. Diese Hefe vergärt Dextrose, Lävulose, Mannose, Saccharose, Maltose, Raffinose, aber nicht Galaktose, Laktose, Inulin, Xylose, Arabinose, Rhamnose und Sorbose. Vorläufig nenne ich diese Art „Kaoliang-Chiu-Hefe“.

In der Maische kommen auch Kahmhefen vor. Auf der in sterilisierten Flaschen befindlichen Maische tritt oft eine mattweiße, trockene Haut auf, aus welcher bisher Pichia membranaefaciens, Pichia monospora n. sp. und zwei Anomalus-Hefen isoliert wurden.

Von den Bakterien der Maische war ich imstande, einige Milchsäurebakterien rein zu züchten, die wahrscheinlich bei der Gärung in der Maische eine wichtige Rolle spielen. Überdies ließen sich häufig Bakterien der Subtilis-Gruppe und zuweilen auch Essigbakterien nachweisen.

---

[1]) H. Miehe, Die Selbsterhitzung des Heus, 1907.

Die enzymatische Natur der Harnsäure- und Hippursäure-Gärung.

2. Mitteilung.

Von **Alexander Kossowicz.**

K. Shibata[1]) konnte im Aspergillus niger ein Enzym nachweisen, das aus Harnstoff Ammoniak abspaltet. Er bestätigte damit die Befunde von O. Semal[2]), der diese enzymatische Spaltung des Harnstoffs für mehrere häufig vorkommende Pilze festgestellt und von Diakonow[3]), der die Fähigkeit zur Assimilation des Harnstoffs unter Ammoniakbildung bei Penicillium beobachtet hat. Später wurden dann von O. Hagem[4]) eingehende Untersuchungen über die Assimilation und die Zersetzung des Harnstoffs, der Harnsäure, der Hippursäure und des Glykokolls durch eine größere Anzahl von Mucorineen ausgeführt, die durch meine[5]) Beobachtungen, welche sich auch auf bisher daraufhin noch nicht geprüfte Pilze wie Phytophthora, Cladosporium, Botrytis, Isaria u. a. erstreckten, eine Ergänzung und Erweiterung fanden. Hagem hatte nur das Verhalten der lebenden Pilze untersucht.

In seinen Versuchen mit dem Natronsalz der Harnsäure erhielt Shibata mit dem von ihm hergestellten Brei von Aspergillus niger keine Ammoniakabspaltung, wohl aber erzielte er mit dem Aspergillus-Brei eine Spaltung der Hippursäure unter Benzoesäurebildung. Es sei erwähnt, daß Czapek[6]) in seiner grundlegenden Arbeit über die Assimilation von Stickstoffverbindungen durch Aspergillus niger, in

---

[1]) K. Shibata, Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Bd. 5, 1904, S. 384.

[2]) O. Semal, Ann. de pharm. vol. 4, 1894, S. 279. Ref. in Kochs Jahresber., Bd. 9, 1898, S. 205.

[3]) N. W. Diakonow, Ber. d. deutschen bot. Gesellsch., Bd. V, 1887, S. 380.

[4]) O. Hagem, Videnskabs-Selskabets Skrifter, I, math.-naturw. Kl. 1910, Nr. 4. Sonderabdruck.

[5]) Alexander Kossowicz, Zeitschrift f. Gärungsphysiologie usw., Bd. 1, 1912, S. 60 und 121.

[6]) F. Czapek, Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Bd. 1, 1902, S. 538, Bd. 2, 1902, S. 580.

welcher u. a. auch das Verhalten dieses Pilzes zu Harnstoff und Glykokoll untersucht wurde, feststellen konnte, daß A. niger in einer Nährlösung, die harnsaures Natron enthielt, eine kräftige schwarze Decke bildete, daß der Pilz sich also in harnsäurehaltiger Nährlösung gut entwickelt.

Der positive Befund Shibatas bezüglich der Hippursäure wurde von Dox[1]) und von mir[2]) bestätigt. In bezug auf das Verhalten des Aspergillus niger zur Harnsäure konnte ich[2]) aber im Gegensatze zu Shibata feststellen, daß der Pilz zu einer enzymatischen Spaltung dieser Verbindung befähigt sei. Die von mir ursprünglich angewendete Versuchsanordnung wich von der Shibatas wesentlich ab. Es erschien mir daher von Interesse, meine früher erhaltenen Befunde ganz besonders mit Rücksicht auf das abweichende Verhalten von Aspergillus niger nach einer Untersuchungsmethode zu überprüfen, die der von Shibata gebrauchten wenigstens angenähert war[3]).

Zur Untersuchung wurden die nachfolgenden Pilze herangezogen: Aspergillus niger, Mucor Boidin, Phytophthora infestans, Isaria farinosa, Botrytis bassiana und Cladosporium herbarum.

Die Pilze züchtete ich zunächst auf Kartoffelstreifen und übertrug sie dann in eine Harnstoff-Nährlösung von der Zusammensetzung: 1000 ccm Leitungswasser, 10 g Harnstoff, 25 g Handelsraffinade, 2,5 g K_2HPO_4 und 0,5 g $MgSO_4$, in der diese Pilze, wie ich[4]) es schon früher feststellen konnte, gut gedeihen. Nach Verlauf von 3 Wochen wurde die kräftig entwickelte Pilzmasse mit Wasser ausgewaschen, und mit Kieselgur verrieben. Ungefähr je 2 g des Pilzbreies der oben genannten Pilze brachte ich unter gleichzeitigem Zusatz von 4 % Toluol in der ersten Versuchsreihe in eine sterile Aufschwemmung von 1 g Harnsäure in 100 ccm Leitungswasser, in der zweiten Versuchsreihe in eine sterile Aufschwemmung von 1 g Hippursäure in 100 ccm Leitungswasser. Je drei Kolben enthielten zur Kontrolle nur das Leitungswasser mit den Säuren und 4 % Toluol ohne Pilzzusatz, in je einen Kolben wurde jeder der Pilze (als Pilzbrei) in mit 4 % Toluol versetztes Leitungswasser ohne Säurezusatz eingebracht. Die Versuchstemperatur betrug 20 bis 25° C, die Versuchsdauer 8 Tage.

---

[1]) A. W. Dox, Referat im Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 26, 1910, S. 675 und diese Zeitschrift, Bd. 1, 1912, S. 121.

[2]) Alexander Kossowicz, Zeitschr. f. Gärungsphysiologie, allgemeine, landwirtschaftliche und technische Mykologie, Bd. 1, 1912, S. 121.

[3]) Bezüglich der von Dox in Anwendung gebrachten Untersuchungsmethode ist mir bisher nichts Näheres bekannt geworden.

[4]) Alexander Kossowicz, Zeitschr. f. Gärungsphysiol. usw., Bd. 1, 1912, S. 60.

Es zeigten nun alle oben angeführten Pilze eine Zersetzung der Harnsäure unter kräftiger Ammoniakbildung und mit Ausnahme von Cladosporium herbarum auch eine Zersetzung von Hippursäure unter Bildung von Benzoesäure und Ammoniak, sie verhielten sich also in dieser Beziehung genau wie in meinen früher mitgeteilten Versuchen. Der Ammoniaknachweis geschah mit Hilfe des Neßlerschen Reagens und mit $\frac{n}{10}$ Schwefelsäure.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich besonders hervorheben, daß das Neßlersche Reagens zum Ammoniaknachweis in Pilzkulturen (Bakterienkulturen) nur mit großer Vorsicht zu gebrauchen ist. Dextrose (Traubenzucker) gibt nämlich mit dem Neßlerschen Reagens den gleichen gelblichrotbraunen Niederschlag wie Ammoniak; wohl erleidet dieser erstere Niederschlag nach einiger Zeit ($^1/_2$—3 Minuten, je nach den Konzentrationsverhältnissen) eine Verfärbung in gelbgrün und grünbraun bis schwarzgrau, da aber von den Pilzen oft Farbstoffe gebildet werden, die den Farbenton der Neßlerschen Reaktion auch beeinflussen, ist man Täuschungen stark ausgesetzt.

Nun findet man in der Literatur zahlreiche von verschiedenen Forschern ausgeführte Versuche, bei denen der Ammoniaknachweis von ausschlaggebender Bedeutung war, der nur mit dem Neßlerschen Reagens vorgenommen wurde, obwohl die benutzten Nährlösungen Traubenzucker oder andere Verbindungen, z. B. Saccharose, enthielten, aus denen Bakterien und Pilze leicht Traubenzucker abspalten können, ich erinnere z. B. an viele Versuchsreihen von Hagem. Eine Lösung der gewöhnlichen Handelsraffinade (Saccharose) in Leitungswasser, die unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure erhitzt wird, zeigt selbstverständlich auch diese gelbrötlichbraune Reaktion, die vor der Behandlung mit Schwefelsäure natürlich nicht auftritt. Als Ersatz für Traubenzucker und andere Zuckerarten wird wohl besonders die Verwendung von Mannit in Kombination mit den Salzen organischer Säuren (Apfelsäure, Weinsäure, Zitronensäure) in vielen Fällen zu empfehlen sein. Wie Dextrose verhalten sich auch andere reduzierende Substanzen, z. B. Formaldehyd, Azetaldehyd.

Eine weitere Abhandlung über das Verhalten von Schimmelpilzen zu Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und Glykokoll, die hauptsächlich die Eignung dieser Substanzen als alleinige Kohlenstoff- und gemeinsame Kohlenstoff- und Stickstoffquelle für Pilze berücksichtigt, wird demnächst erscheinen.

Sammelreferate.

Die Krankheiten des Bieres und deren Bekämpfung.

(Sammelreferat der meisten und wichtigsten Arbeiten aus den letzten 35 Jahren.)

Von **Just. Chr. Holm,**

Laboratoriumsvorstand in Alfr. Jörgensens gärungsphysiolog. Laboratorium, Kopenhagen.

Es ist ja allgemein bekannt, daß man unter den Krankheiten des Bieres die unangenehmen Veränderungen versteht, welche in dieser Flüssigkeit veranlaßt durch Mikroorganismen — Hefen oder Bakterien — entstehen können. Wir wollen zunächst jene Krankheiten besprechen, welche von Hefen hervorgerufen werden, hierunter sowohl sporenbildende als nicht sporenbildende Formen zusammenfassend, und danach eine Übersicht der von Bakterien verursachten Schädigungen geben.

I. Von Hefen hervorgerufene Krankheiten.

Pasteur (1) hat im Jahre 1876 zum ersten Male diese Bezeichnung gegenüber den Veränderungen des Bieres gebraucht; er beschränkte sich jedoch in seinen Besprechungen, wie auch ein Teil späterer Forscher, nur auf Diskussionen; exakte Versuche wurden nicht und konnten auch nicht angestellt werden, so lange die verschiedenen Hefenarten noch nicht in reingezüchtetem Zustand vorlagen; dies geschah, wie bekannt, durch die bahnbrechenden Untersuchungen von Emil Chr. Hansen in den Jahren 1882—83 (3).

A. Untergäriges Bier von wilden Hefen angegriffen.

Hansen (5 u. 7) war der erste, welcher nachwies, daß die zwei häufigen Bierkrankheiten, Trübung und unangenehmer bitterer Geschmack, durch besondere Spezies von Saccharomyceten (Krankheitshefen) hervorgerufen werden können. Die Hefetrübung, welche in der Brauerei „Tuborg" bei Kopenhagen auftrat, wurde von zwei verschiedenen wilden Hefen, Saccharomyces validus (S. Pastorianus III) und Saccharomyces turbidans (S. Ellipsoideus II) verursacht, von welchen letztere die gefährlichste ist. Die Krankheit tritt erst dann auf, wenn das Bier auf Transportfässer und Flaschen übergeführt worden ist; in den Lagerfässern ist es noch klar. Versuche, welche unter Brauereiverhältnissen in besonderen Gär- und Lagerkellern vorgenommen

wurden, zeigten, daß die Krankheit eintreten kann, wenn eine dieser wilden Hefen nur $^{1}/_{41}$ der Anstellhefe beträgt, und wenn das Bier mit einem Extraktgehalt von wenigstens $7{,}5^{0}$ Ball. in den Lagerkeller gebracht und hier nur $2^{1}/_{2}$ Monate gelagert wird. Wird die Hauptgärung dagegen weiter geführt, und das Bier längere Zeit gelagert, tritt die Krankheit nicht ein. Dies geschieht auch nicht, wenn die Krankheitshefen erst am Ende der Hauptgärung dem Biere zugegeben werden. Wenn Sacch. turbidans dem Biere nach beendigter Lagerung, also in den Transportfässern und Flaschen, zugeführt wird, ist schon eine geringe Menge imstande die Krankheit hervorzurufen. — Unter gewissen Verhältnissen kann auch Sacch. Pastorianus (S. Pastorianus I) Hefetrübung verursachen. Im Gegensatze zu dieser Krankheit tritt der unangenehme Geschmack und Geruch nicht nur in den fertigen Bieren, sondern auch schon am Ende der Hauptgärung auf. Als Erreger dieser Erscheinungen hat Hansen (7) den Sacch. Pastorianus, welcher in dem Carlsberger Bier auftrat, nachgewiesen. Die Krankheit tritt nur auf, wenn die Infektion am Anfang der Hauptgärung stattfindet. Auch auf die Haltbarkeit des Bieres sowie auf die Klärung am Ende der Hauptgärung hat diese Krankheitshefe einen Einfluß. Will (2) hat aus kranken Bieren zwei ellipsoidische wilde Hefen isoliert. Beide geben dem Biere einen süßlichen, nachher kratzenden Geschmack; die eine (Sacch. Willianus Saccardo) ruft selbst bei geringer Menge ($0{,}1\,^{0}/_{0}$ der Stellhefe) eine Trübung hervor, die andere (Sacch. Bayanus Saccardo) gibt dem Biere ein fuchsiges Aussehen. Windisch (1) erwähnt eine wilde Hefe, welche unangenehmen bitteren Geschmack mit kratzendem Nachgeschmack gab, wenn Biere damit infiziert wurden. —

Durch wilde Hefen kann auch der Gärungsvorgang wesentlich beeinflußt werden. C. Becker (1) teilt einen solchen Fall mit. Eine Brauerei klagte über hohe Vergärung wie auch darüber, daß sie ihr Bier nicht spunden könne, und daß es im Lagerkeller gegen geringe Temperaturschwankungen sehr empfindlich sei. Er fand in dem Biere zwei verschiedene wilde Hefen, die beide einen ziemlich niedrigen Vergärungsgrad hatten, und durch Versuche konnte er feststellen, daß sie, wenn sie in einem bestimmten Verhältnisse und gleichzeitig mit der Kulturhefe tätig waren, auf diese letztere anregend wirkten und ihr als Reizmittel dienten.

B. Obergäriges Bier von wilden Hefen angegriffen.

H. van Laer (3) bemerkt, daß in den englischen Bieren oft fehlerhafte Nachgärungen, durch „fremde“ Hefen verursacht, eintreten können; häufig ist die Nachgärung heftig, und das Bier erscheint trübe und wolkig, bisweilen ist das Bier trübe ohne heftige Gärung. A. Jörgensen (2) hat in einem englischen Ale als Ursache der Trübung einen Sacch. anomalus nachweisen können. Chapman (1) ist der Meinung, daß der unter dem Namen „Yeastbite“ allgemein bekannte bittere Geschmack häufig die Folge einer Infektion mit Sacch. Pastorianus oder ähnlichen wilden Hefenarten ist. In zwei verschiedenen englischen Bieren mit intensivem bitteren Geschmack konnte er

mit Sicherheit die oben erwähnte Art nachweisen. De Bavay (1) gibt an, daß eine in Australien häufige Bierkrankheit „Summer-cloud" von einem Saccharomyceten hervorgerufen wird; die Biere waren trübe und hatten einen säuerlich bitteren Geschmack angenommen. Frew (1) hat eine sogenannte „Stinkhefe" (Sacch. foetidus I) in englischen Bieren gefunden. Die Krankheit, welche er „Burton-Stench" nennt, tritt erst während der Nachgärung auf; es bilden sich seiner Meinung nach gewisse Fettsäuren oder höhere Alkohole (nicht Schwefelverbindungen), welche einen Geruch nach verdorbenen Eiern geben.

C. Durch Mycoderma, Torula und Sacch. apiculatus hervorgerufene Krankheiten.

Von den meisten Forschern wird Mycoderma als eine für das Bier unschädliche Form betrachtet, wenn es unter normalen Betriebsverhältnissen sich befindet. Wir haben aber unter dem Namen Mycoderma mit mehreren Arten zu tun, und die Möglichkeit liegt ja vor, daß einige von diesen jedenfalls unter gewissen Bedingungen als Krankheitserreger auftreten können. So hat seinerzeit (1889) A. Kukla (1) in böhmischen Bieren teils schon nach 3—4 wöchentlicher Lagerung, teils später eine Verstaubung beobachtet, welche von Mycoderma verursacht war; die schwache, zehngrädige Würze, schlechtes Malz und ein Mißverhältnis zwischen Zucker und Nicht-Zucker haben vielleicht einen für den Pilz günstigen Nährboden gebildet. — Trübung, Geschmacksveränderung und Entfärbung eines obergärigen Bieres, ebenfalls von einer Mycoderma-Art (Myc. decolorans) hervorgerufen, wurde von Will (7) beobachtet. Durch die Gegenwart dieser Mycoderma wurde die Gärung verzögert, gleichzeitig fand eine stärkere Säurebildung (nicht Essigsäure) statt. Daß Essigsäure auch von einer Mycoderma gebildet werden kann, erwähnt Lafar (1); die betreffende Art wurde aus einem Faßgeläger eines kranken Bieres reingezüchtet. E. Bekaert (1) berichtet über eine mycodermaähnliche Form, welche im Biere einen sehr unangenehmen Geschmack — wie von verschimmelten Lagerfässern — hervorrief; übrigens war das Bier von normalem Aussehen und blank. Die Hefe, welche keine Gärung gab und hautbildend war, zeigte sich gegen Antiseptika sehr empfindlich; eine 2prozentige Formaldehydlösung entfernte sie leicht. Leon Melard (1) gibt an, daß er aus einem obergärigen Biere einen Mikroorganismus isoliert hat, welcher dem Biere einen ausgesprochenen und unangenehmen „Faßgeschmack" gab. Er benennt ihn Sacch. punctisporus (in der Mitte der Zelle sind 1—3 schwarze kleine Pünktchen), beschreibt die Form der Zellen und meint, daß die Pünktchen sich zu Sporen entwickeln können (ist ohne Zweifel eine Mycoderma-Art. Ref.). Er ist aërob und entwickelt schnell Myzelien auf der Oberfläche der Kultur; er verringert die Alkoholmenge des Bieres, ruft keine Gärung hervor und gibt dem Schaum ein ganz besonderes weißliches Aussehen; der Schaum ist zähe und klebt am Glase. — Über Torula-Arten, welche im Biere Krankheiten hervorrufen können, teilt A. Jörgensen (4) mit, daß er in schwach vergorenen obergärigen Bieren (Flaschenbieren) häufig

Trübungen beobachtet hat, welche von Torula-Formen herrührten, und van Hest (1) hat in holländischen obergärigen Bieren häufig, besonders während der Erntezeit, zwei verschiedene kleine nicht-sporenbildende Hefen, welche er Sacch. pinophthorus melodus und Sacch. pinophthorus enervans nennt, gefunden. Sie rufen Trübung hervor und verderben den Geruch und Geschmack des Bieres. — Eine Torula Novae Carlsbergiae, welche in Würze ca. 4,7 Volumprozent Alkohol bildet und gleichzeitig derselben einen bitteren Geschmack gibt, ist von Chr. Grönlund (1) beschrieben worden und gehört wahrscheinlich auch zu den Krankheitshefen. — Die kleine zugespitzte, zitronenförmige Hefe, welche als Sacch. apiculatus bezeichnet wird, gehört nach Will (5) zu den häufigsten Gärungserregern, die im Brauereibetrieb als Verunreinigung vorkommen. Besonders in Weinbaugegenden tritt sie in reichlichen Mengen im Bier auf zu der Zeit, wo die Trauben reif sind. Die von diesem Pilze angegriffenen Biere hatten einen unangenehmen Geschmack.

Was die Bekämpfung der verschiedenen von fremden Hefenarten hervorgerufenen Krankheiten betrifft, sind die Mittel im Laufe der Zeit verschieden gewesen. Schon im Jahre 1870 findet man bei Max Reeß (1) eine Andeutung darüber, daß einige der Alkoholgärungspilze möglicherweise selbst als Krankheitserreger auftreten können, und daß deshalb ein Wechseln der Hefe — damals ein in Brauereien übliches Verfahren — darin begründet sein könnte, daß die Hefe von verschiedenen in den Lokalen befindlichen Pilzen verunreinigt werde, und daß letztere in schädigender Weise auf die Brauereihefe einwirken. Dieses „Wechseln der Hefe“ war in der Tat damals das einzige Mittel, um das Übel zu bekämpfen. Der erste Schritt zu einer rationellen Behandlung der Hefe wurde von Hansen (3) durch seine Reinkulturmethode gemacht und zwar dadurch, daß er nachwies, daß es Hefenarten gibt, die in der Praxis verwendet werden können, und Hefenarten, welche Bier-Krankheiten hervorrufen. Erst als diese Verhältnisse aufgeklärt waren, war von einer wirklichen Bekämpfung der Krankheit die Rede. Und das Mittel war gleichzeitig gegeben: Die Einführung einer ausgewählten und reingezüchteten Hefenrasse in den Betrieb. Hieran knüpft sich die biologische Analyse, durch die es möglich ist, sogar sehr geringe Mengen von wilder Hefe im Betriebe nachzuweisen, also lange bevor sie Störungen hervorrufen können (J. Chr. Holm und S. V. Poulsen (1), G. Syrie (1), P. Lindner (4)). Es gibt aber noch eine andere Frage, wenn von einer Bekämpfung der Bierkrankheiten die Rede ist und zwar diese: Wo sind die wichtigsten Infektionsquellen zu finden, und welche sind die Mittel, um die schädlichen Keime zu vertilgen? Als Infektionsquelle gibt Will (4) die Trubsäcke als eine der gefährlichsten an; Schwackhöfer (1) erwähnt die Gärbottiche, deren Behandlung sowohl vor ihrer Inbetriebsetzung als auch nach jeder Gärung zweckentsprechend ist. Es würde uns aber zu weit führen, alle jene Forscher zu nennen, welche bei Behandlung dieser Frage die verschiedensten Infektionsherde angeführt haben und zwar sowohl Luft und Wasser als Kühlschiffe, Berieselungskühler, Leitungen und Fässer, ja sogar die Patentver-

schlüsse der Bierflaschen. Daß auch die Würze selbst nicht ohne Bedeutung für die Entwicklung der wilden Hefen ist, hat Aubry (1) angegeben; wenn die Würze unveränderte Stärke enthält, neigt das Bier, falls wilde Hefe zugegen ist, viel leichter zur Trübung, als wenn die Würze normal ist. — Um die schädlichen Keime zu vernichten, muß eine in jeder Richtung durchgeführte peinliche Reinlichkeit und Desinfektion in acht genommen werden. Über Desinfektionsmittel und deren Anwendung in der Brauerei bemerkt Schwackhöfer (2), daß alkalisch wirkende Substanzen vermieden werden müssen, und daß der Bierstein sowie der alte Lacküberzug der Fässer entfernt werden sollen. Am empfehlenswertesten sind neutrale und schwach saure Desinfektionsmittel, Fluorverbindungen und Montanin. Im allgemeinen geben hierüber die verschiedenen Lehr- und Handbücher genügend Aufschlüsse (A. Jörgensen: Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie, 5. Aufl., Berlin 1909; P. Lindner: Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben, 5. Aufl., Berlin; Fr. Lafar: Handbuch der technischen Mykologie Bd. 5).

Daß die Brauereihefen an und für sich, also ohne Infektion mit wilden Hefen, auch Störungen im Betriebe hervorrufen können, ist ja unter dem Namen Ausarten oder Degeneration der Hefe bekannt. In der Literatur liegen aber hierüber nicht viele Mitteilungen vor. Hansen (10) hebt in seinen Untersuchungen über die Variation der Brauerei-Unterhefenarten im Betriebe hervor, daß sie sowohl nach der schlechten wie nach der guten Seite variieren können. Es treten Schwierigkeiten in der Klärung oder Geschmacksänderungen ein, entweder sofort beim Einführen der Reinkultur oder später, nachdem die Hefe schon eine Zeitlang gut gearbeitet hat. Die Würze kann hier eine Rolle spielen (Hansen (9)), indem nämlich eine nicht genügend oder gar nicht gelüftete Würze ein opalisierendes oder unklares Bier gibt. A. Jörgensen (5) hat häufig diese Degeneration der Betriebshefe beobachtet. Da die Hefe immer von der Nährflüssigkeit und den äußeren Umständen abhängig ist, werden folglich auch fortgesetzte Einwirkungen besonderer Art eingreifende Veränderungen im Charakter der Hefenrasse zur Folge haben, und sie kann unter solchen Umständen einige von den gerade in der Praxis erwünschten Eigenschaften fast gänzlich verlieren: das Bier nimmt einen fremden Geschmack an, oder die Vergärung oder Klärung fällt anders aus als gewöhnlich. Prior (1) findet, daß die Biertrübung von Kulturhefen herrühren kann und sucht die Ursache in der Zusammensetzung der Würze, in der Verwendung von träge vergärenden oder abgeschwächten Hefen oder in der Gärführung (Temperaturschwankungen). Will (6) erwähnt, daß Änderungen im Geschmack entstehen können, wenn als Ausgangspunkt zur Darstellung einer Reinkultur eine Hefe verwendet wird, welche Hautzellen enthält. Ähnliche Beobachtungen hat auch A. Jörgensen (3) gemacht. Er teilt einen Fall mit, welcher in einer obergärigen Brauerei vorgekommen ist. Hier wurde eine Reinkultur eingeführt, welche dem Biere einen angenehmen süßen Geschmack gab. Als die Reinhefe nach einiger Zeit erneuert werden sollte, wurde diese von einer Würzekultur genommen, auf welcher schon eine

Haut gebildet war und nach mehreren Züchtungen in die Brauerei eingeführt; diesmal aber bekam das Bier einen bitteren Geschmack. Als noch einmal eine neue Bierkultur vorbereitet wurde, diesmal von einer Saccharosekultur abstammend, wo also keine Hautzellen gebildet werden können, bekam das Bier wieder seinen typischen süßen Geschmack. —

Daß Mischungen von an und für sich guten Reinhefen auch häufig schlechtere Resultate geben können als diejenigen, welche man mit der einen oder der anderen Rasse erreicht, hat Hansen (7) dargetan, indem er unter Brauereiverhältnissen Versuche mit Sacch. Carlsbergensis und Sacch. Monacensis gemacht hat und zwar in der Weise, daß die Biere jedes für sich mit diesen Hefen vergoren und erst im Lagerfaß vermischt wurden, so daß immer größere Mengen von dem mit Sacch. Carlsbergensis vergorenen und kleine Mengen von dem mit Sacch. Monacensis vergorenen Biere verwendet wurden. Das „Mischungsbier“ war weniger haltbar als das nur mit Sacch. Carlsbergensis hergestellte.

II. Von Bakterien hervorgerufene Krankheiten.

Die gewöhnlichste und gefährlichste Bakterienkrankheit der untergärigen Biere ist die sogenannte „Sarcinakrankheit“. Der Name ist insofern nicht zutreffend, weil die auftretenden Bakterien nicht zu den Formen gehören, die nach drei Richtungen des Raumes wachsen; sie haben ein zweidimensionales Wachstum, weshalb Balcke (1) sie auch mit dem Namen Pediococcus bezeichnete. Die verschiedenen Verfasser benutzen als Bezeichnung dieser Bakterien bald den einen bald den anderen Namen, was die folgenden Referate ausweisen, dagegen wird, jedenfalls wenn von untergärigen Lagerbieren die Rede ist, die Krankheit selbst immer als Sarcinakrankheit bezeichnet.

Auch hier ist Pasteur (1) der erste, welcher diese Bakterienart beschrieben hat; sie gibt dem Biere einen unangenehmen Geruch und macht es ungenießbar. Der Name Sarcina wurde zuerst von Hansen (2) für diese in Bier vorkommenden Organismen verwendet; er fand sie in der Luft, im Gärkeller (4) und in der Würze. Wie oben gesagt, war es Balcke (1), welcher dem Urheber der Sarcinakrankheit, der teils Trübung, teils Geschmacksverschlechterung im Biere hervorruft, den Namen Pediococcus cerevisiae gab. Die Infektion stammt seiner Meinung nach von der Mälzerei. Francke (1) führt als Infektionsquelle teils die Anstellhefe, teils das Faßgeläger und die Rohrleitungen an und empfiehlt Zeugwechsel, Zeugschlemmen und einen hohen Vergärungsgrad als Gegenmittel. Hayduck (1 u. 2) empfiehlt Hopfen als eines der besten Schutzmittel. Nach S. von Huth (1, 2, 3) stammt die Sarcina aus dem Pferde- und Menschenharn, wird mit diesem in den Boden, in die Luft und ins Wasser eingeführt und kommt von hier in die Brauerei (Kühlschiffe); er empfiehlt Weinsäure, um damit die Bakterien zu töten (übrigens schon von Pasteur als ein bakterientötendes Mittel angegeben)

und will damit gute Resultate bekommen haben (die Stellhefe wird mit 6 g Weinsäure pro Kilogramm dünnflüssiger Hefe 6—12 Stunden behandelt). Die Sarcina gedeiht nach ihm vorzüglich in ammoniakalischen Nährböden; zum Nachweis, z. B. in der Gärkellerluft, wandte er ammoniakalische Würze an. — P. Lindner (1) war der erste, welcher mit Reinkulturen dieser Organismen arbeitete. Er beschreibt die Form und Größe, findet auch unter gewissen Bedingungen Involutionsformen; die Bakterien bilden geringe Mengen von Milchsäure, wachsen am besten in neutralen oder alkalischen Nährböden. Er konnte aber mit der Reinkultur seines Pediococcus kein sarcinakrankes Bier erzeugen. Mehrere Forscher bestritten deshalb seine Darlegungen. Auch Petersen (1) fand in einem Biere eine starke Sarcinaentwicklung ohne irgend eine Krankheitserscheinung; er bemerkt zwar, daß seine Untersuchungen die Unmöglichkeit einer Sarcinakrankheit in untergärigen Bieren natürlicherweise nicht beweisen. Lindner hat keinen Beweis dafür gegeben, daß die von ihm erwähnte Krankheit von einer Sarcina hervorgerufen wird, weil in dem betreffenden Biere andere Bakterien gegenwärtig waren, welche die Krankheit, sowohl Trübung wie unangenehmen Geschmack, hätten bewirken können. Hansen (6) weist auf die Versuche Petersens hin. Es kommen also Sarcinen vor, die eine Krankheit nicht hervorrufen, obwohl sie in großen Mengen und so zu sagen allein d. h. ohne andere Bakterien im Bier vorhanden sind. Bald gelang es aber Lindner (3) durch Einführung einer Reinkultur von Pediococcus in eine reingezüchtete Anstellhefe ein Bier zu erzeugen, welches Trübung, schlechten Geschmack und Entfärbung zeigte. Nicht alle Proben zeigten aber diese Phänomene und A. Jörgensen (1) betrachtete alle diese Versuche als wertlos, weil sie nicht unter Brauereiverhältnissen angestellt waren; jedenfalls gibt es Sarcinaarten, die keine Bierkrankheit erzeugen. Will (1 u. 3) findet Sarcinakrankheiten hauptsächlich bei hellen — selten bei dunklen — Bieren, meint aber, daß die Trübung nicht durch die Sarcina direkt veranlaßt wird, sondern durch gummiartige oder schleimige Körper, von welchen sowohl die Sarcinaorganismen als die eiweißartigen Ausscheidungen in der Schwebe gehalten werden. Reichard (1) hat aus krankem Biere auf gehopfter Würzegelatine einen Pediococcus sarcinaeformis reingezüchtet; der war nicht luftliebend wie der Lindnersche, entwickelte sich gut in sterilem Biere und Gerstenwaschwasser; mit Reinhefe vermischt und in Würze gebracht, wuchs er in dem so entstandenen Biere, manchmal rief er hier eine Krankheit hervor, manchmal aber nicht. Er bildete mehr Säure als der Lindnersche Pediococcus cerevisiae. Wird das Bier während der Hauptgärung stark vergoren, so daß die Nachgärung ruhig verläuft, so entwickeln sich die Pediokokken unten im Faßgeläger, und das Bier wird nicht krank; ist die Nachgärung dagegen kräftig, so steigen die Pediokokken in dem Biere empor und werden dort in der Schwebe gehalten; diese schwebenden Keime bezeichnet Reinhard als virulent. Bei vorhandener Infektion mit Sarcina ist deshalb das sogenannte „Aufkräusen" zu vermeiden. Reichard und Riehl (1) empfehlen zur Bekämpfung der

Krankheit das Stopfen von frischem, rohen Hopfen auf das Lagerfaß (ca. 30 g auf 1 hl Bier), worauf das Faß verspundet wird. Ein unvollständiges Waschen der Stellhefe sowie eine Weinsäurekur (nach v. Huth) kann gefährlich sein, weil dadurch nicht immer die Pediokokken getötet werden. Die Weinsäurebehandlung befördert ja auch, wie Hansen es nachgewiesen hat, die Entwicklung der wilden Hefen. Schwer lösliche, stickstoffreiche Gersten und schwer verzuckernde Malze geben Biere, die zur Krankheit neigen. Schönfeld (1) benutzte Hefewasser und Hefewasser-Gelatine zur Züchtung der Sarcinen. Mit den aus trüben Bieren in dem letztgenannten Nährboden herangezüchteten Kulturen wurden pasteurisierte Biere infiziert, die Sarcinakrankheit trat ein. Die verschiedenen Hefenrassen sind in verschiedenem Grade widerstandsfähig gegen Sarcinen, wilde Hefe hat die stärkste Widerstandskraft. Die dunklen Biere sind empfindlicher als die hellen. Die Pediokokken sind mehr anaërob als aërob. Schönfeld (3) meint, daß die Luft als Hauptinfektionsquelle zu bezeichnen ist; eine besondere Gefahr liegt im Pferdestalldünger. Derselbe Verf. beschäftigt sich auch mit der Virulenz dieser Organismen (2). Von einem erhöhten Kohlensäuredruck werden sie gehemmt; Peptone und Amide wirken auf die Virulenz gleichmäßig ein, während für die Vermehrung die Peptone günstiger sind. Durch das Lupulin wird die Virulenz erheblich unterdrückt; 2,5—3 kg Hopfen auf 100 kg Malz gewähren einen hinreichenden Schutz gegen die Krankheit. Barth (1) fand, daß das Hopfenweichharz und zwar insbesondere das β-Harz, ein intensiv wirkendes Sarcinagift ist. Reichard (2) teilt mit, daß die Sarcinen des Mälzereistaubs nach Verlauf weniger Gärungen mit Luftbeschränkung imstande waren, ein sarcinakrankes Bier hervorzubringen.

Die im Lagerbier vorkommenden Pediokokken sind von den verschiedenen Verf. mit verschiedenen Namen bezeichnet worden; Balcke nennt die Art Pediococcus cerevisiae, P. Lindner benutzt denselben Namen, Reichard nennt sie Pediococcus sarcinaeformis, und Schönfeld Pediococcus odoris melisimilis. Wir begegnen nun zwei neuen Namen in einer Abhandlung von Hjelte Claußen (1). Er hat Pediokokken aus amerikanischen, dänischen, deutschen und englischen Bieren isoliert und benutzte als Nährboden die (von Hansen angegebene) gehopfte Würze und Würzegelatine; in ammoniakalischem Hefewasser sowie überhaupt in alkalischen Flüssigkeiten bekam er keine Entwicklung. Das Resultat seiner Untersuchungen ist folgendes: Die Sarcinakrankheit des Bieres wird von gewissen Pediokokken verursacht. Absolute Reinkulturen, aus einer einzelnen Tetrade als Ausgangspunkt entstammend, wachsen ohne Schwierigkeit in Würze und pasteurisiertem Biere. Um die Bierpediokokken von Hefe oder von den meisten anderen im Biere auftretenden Organismen zu trennen, bedient man sich einer schwachen, wässerigen Lösung ($1—1^1/_2$%) von saurem Fluorammonium, gegenüber welchem die Bierpediokokken verhältnismäßig widerstandsfähig sind; die Behandlung dauert eine halbe Stunde. Von Bierpediokokken gibt es wenigstens 2 Arten: P. damnosus, welcher in der Regel dem Biere einen unangenehmen Ge-

ruch und Geschmack und übrigens nur einen an und für sich unerheblichen Bodensatz gibt, und P. perniciosus, welcher außer Geruchs- und Geschmacksstörungen gleichzeitig eine Trübung der ganzen Flüssigkeit verursacht. Eine und dieselbe Reinkultur gibt während ihrer Entwicklung in einer und derselben Biersorte immer wesentlich dieselben Krankheitsphänomene. Es gibt Biersorten von einer solchen Beschaffenheit, daß der P. damnosus imstande ist, sich hier in großen Mengen zu entwickeln, ohne irgend ein Krankheitsphänomen hervorzurufen. Die Bierpediokokken entwickeln sich in gehopfter Würze sowie in anderen sauren oder neutralen Nährflüssigkeiten, dagegen wird von freiem Alkali selbst in geringen Mengen jede Entwicklung gehemmt. Das ammoniakalische Hefewasser ist für die Brauereiuntersuchungen vollständig unbrauchbar. P. perniciosus bildet mehr Säure als P. damnosus. Sauerstoff gegenüber sind die Bierpediokokken bei einer Temperatur von 15—25° C. in einer günstigen Nährflüssigkeit, wie z. B. Würze, ziemlich indifferent, indem sie unter vollständigem Luftabschluß, so wie auch bei einer bedeutend höheren Sauerstoffspannung, als die der Atmosphäre, wachsen können; eine geringere Sauerstoffspannung erscheint jedoch am günstigsten. — Rücksichtlich Bekämpfung dieser Organismen gibt Claußen an, daß von den verschiedenen antiseptischen Mitteln Alkohol (93% u. 50%) und Antiformin innerhalb einer Viertelstunde sicher tötend wirken. Eine 15prozentige Weinsäurelösung tötet P. damnosus nach 1 Stunde, eine 5prozentige nach 3—4 und eine 0,6prozentige nach 12 Stunden. Die Fluorverbindungen wirken nicht besonders günstig; nach einer einstündigen Einwirkung von saurem Fluorammonium (1%) oder einer Montaninlösung waren die beiden Arten noch lebend. Weil Antiformin auch imstande ist die verschiedenen Ausscheidungen und Einhüllungen aufzulösen, die in vielen Fällen eine wirkliche Einwirkung der Antiseptika verhindern, nimmt es den ersten Platz unter den zur Beseitigung der Pediokokken benutzten Mitteln ein. Während Claußen sowohl hier als auch später (2) auf die völlige Konstanz seiner zwei Arten hinweist, meinen u. a. Schönfeld (5) und Zikes (1), daß Variabilität, Akklimatisation und Virulenz eine große Rolle spielen, und der erstere spricht sich wieder für die Brauchbarkeit des ammoniakalischen Hefewassers aus; derselben Meinung sind auch Will (8) und Hajek (1), dagegen nicht Zikes (1), welcher behauptet, daß die bierschädliche Sarcina in dem Hefewasser ihre Virulenz einbüßt.

Will (9) faßt das wichtigste, was über diese Bierkrankheit bekannt ist, zusammen. Die Erscheinungen sind: Geruchs- und Geschmacksänderungen, gleichzeitig kann eine Trübung eintreten; selten findet ein Entfärben, das Hellerwerden des Bieres, statt; in dunklen Bieren ist in einigen Fällen ein „Fuchsigwerden“ beobachtet worden, noch seltener ist das fadenziehende Bier. Die Krankheitserscheinungen zeigen sich in der Regel erst während der Lagerung, im Transportfaß und beim Flaschenbier. Schlecht verzuckerte Würzen begünstigen die Entwicklung, stark gehopfte Würzen sind so zu sagen immun gegen Sarcina. Niedrig vergärende Hefe disponiert ein Bier

mehr als hochvergärende. Hohe Temperaturen während der Lagerung begünstigen die Erkrankung. Infektionsquellen sind: Malzstaub, infizierte Hefe aus einem anderen oder dem eigenen Betrieb. Die größte Gefahr liegt in der Verschleppung der Keime durch das Schuhwerk und durch die Kleider. Zur Bekämpfung der Krankheit empfiehlt Will die peinlichste Reinlichkeit im Betrieb, eine sich rasch vermehrende und hochvergärende Hefe, häufiges Einführen von Reinhefe, möglichste Ruhe und Kälte im Lagerkeller, Zugabe von rohem Hopfen (30—40 g pro hl) zu den Lagerfässern und eine gründliche mikroskopische Kontrolle. Schönfeld, Dehnike und Eberlein (1) haben Sarcina sowohl aus Lagerbieren (immer nur eine Art: P. odoris melisimilis) als auch aus Weißbieren (verschiedene Arten) isoliert; die letzteren waren in der Regel stark säuernd, die aus dem Lagerbier schwach säuernd. Die Züchtung nach Claußen mit $^1/_2{}^0/_0$ Fluorammonium gelang in einigen Fällen; ungehopfte Bierwürzegelatine bezw. Trockenhefenextraktgelatine wurde sonst benutzt. Nährböden, welche Ammoniak enthalten, schienen zum Nachweis der Sarcina nicht geeignet zu sein, dagegen, außer den zwei oben erwähnten, Hefewassergelatine, ungehopfte Würze, Trockenhefenextrakt, Biergelatine und Bier + Stärke. Trübung trat immer ein. Die Claußensche Behauptung, daß es typische, den Sarcinageruch erzeugende Arten gibt, welche sich nur in der Bodensatzform vermehren, ohne Trübung zu verursachen, erkennt Schönfeld nicht für richtig. Die Akklimatisation ist zweifellos ein Faktor von ganz erheblicher Bedeutung bei der Beurteilung der „Sarcina"-Frage. Claußen (3) macht darauf aufmerksam, daß die zwei Arten P. damnosus und P. perniciosus unter Benutzung genau derselben Methode aus der Natur direkt isoliert werden können; die zwischen beiden bestehenden Unterschiede können folglich auf keine von Brauereiverhältnissen abhängige wechselnde Virulenz einer einheitlichen Spezies zurückgeführt werden, sondern sind als Artcharaktere aufzufassen; es ist möglich, die bierschädlichen Eigenschaften eines aus der Natur stammenden Bierpediokokkus bei direkter Züchtung in gärender Würze sofort in vollem Umfange zum Vorschein zu bringen. Das Vorkommen der Bierpediokokken in der Natur scheint ein verhältnismäßig sparsames zu sein. Bettges und Heller (1) geben eine Arbeitsweise zum sicheren und schnellen Nachweis der Biersarcinen an. Sie benutzten als Nährsubstrat ein endvergorenes, ungehopftes, kleistertrübes Bier, dessen genaue Herstellung sie angeben. Zum Nachweis der Sarcina mit dieser Nährlösung wird eine Modifikation des Lindnerschen Vaselineinschlußpräparates benutzt. Sie beschreiben einen in ihrem Betriebe vorkommenden Pediococcus, welcher im Gärbottich zu finden war; das freiliegende Holz war die Brutstätte dieser Art, welche dem P. damnosus Claußen ähnelte. Die Bakterie wächst nur am Boden und verursacht durch ihre Säurebildung nur eine Trübung. Die Verff. haben die von Claußen angegebene Methode zum Nachweis von sehr kleinen Mengen von Pediokokken vollständig ungeeignet gefunden, indem durch die Behandlung mit Fluorammonium nicht die Hefe, sondern der Pediococcus getötet wurde. Claußen (4) erwiderte Bettges und Heller und gab genau

an, wie die Arbeitsweise auszuführen sei. Die negativen Ergebnisse der von diesen Verff. angestellten Versuche sind wahrscheinlich auf ungenügende Verteilung der Hefe oder abnorme Zusammensetzung des angewandten Salzes (Fluorammonium) zurückzuführen. Bettges (1) erwiderte noch einmal Claußen und behauptete, daß der in seinem Betrieb gefundene Pediococcus durch die Behandlung getötet wird, während die Claußenschen Arten diese vertragen können. Will und M. Rigaud (1) sind der Meinung, daß die Bettges-Hellersche Methode zu einer allgemeinen Verwendung geeignet ist. Der Nachweis ist frühzeitiger und auch sicherer, als wenn Hefewasser verwendet wird. Ein geringer Aziditätsgrad der Nährlösung schadet der Entwicklung der Sarcina nicht, ebensowenig ein geringer Grad von Alkalinität. Rigaud hat die sogenannte „Forcierungsmethode" auf Sarcina untersucht; sie hat zu brauchbaren Resultaten geführt, eignet sich aber für den raschen Nachweis nicht, weil sie erst nach 2—3 bis 4—5 Wochen Resultate gibt. Bettges (2) gibt kleine Änderungen rücksichtlich der Darstellung der Nährlösung an; die Alkoholmenge ist besonders wichtig. Wenn Einschlußpräparate verwendet werden, muß die Lösung ca. 4⁰/₀, wenn die Aussaat in Freudenreich-Kolben stattfindet, dagegen 5—6⁰/₀ Alkohol enthalten. Schönfeld (9) findet, daß eine Behandlung des Bieres mit Kohlensäure ein ausgezeichnetes Mittel ist, die Gewöhnung der Sarcina zu unterstützen bezw. zu erleichtern. In dem bewegten Bier vermehrten sich die eingeimpften Pediokokken sehr schnell. Er erbrachte ferner den experimentellen Beweis, daß Sarcinabakterien imstande sein können, Lagerbier zu röten. Wahrscheinlich liegt der Rotfärbung ein oxydativer Prozeß zugrunde. Er hebt wieder hervor, daß Trockenhefenextrakt das vorzüglichste Nährmedium für alle Arten von Pediokokken sei. Als Fundstellen der gefährlichen Bierpediokokken (P. odoris melisimilis) vermutet er in erster Linie Gerste und Malz; ob sie im Dünger und Harn vorkommen, ist noch durch Experimente zu beweisen. Alle Pediokokken, die bei Untersuchungen von Wasser, Gerste und Malz gefunden werden, sind als verdächtig anzusehen. O. Miskowsky (1) hat böhmische Biere von Pilsener Typus untersucht. Die stickstoffhaltigen Substanzen der Würze haben einen günstigen Einfluß auf das Wachstum der Pediokokken. Würzen von stickstoffreichem Malz geben wenig haltbare Biere und pflegen große Sarcina-Epidemien zur Folge zu haben. Peptonwürze ist für die Entwicklung der Pediokokken besser als Amidwürze. Rücksichtlich der Azidität (Milchsäure) findet er, daß je weniger das Bier vergoren ist, desto kleiner die von den Pediokokken gebildete Azidität, um so schwächer Wachstum, Geruch und Geschmack erscheinen. — R. Wibiral (1) weist auf die Infektionsgefahr durch Pferdestallungen in der Nähe von Kühlschiffen, insbesondere durch die Harnsarcina hin. Er fand diese im Harn, welcher in sterilen Gefäßen aufgesammelt wurde; nach einiger Zeit ist sie sozusagen alleinherrschend, indem andere Bakterien und Torula-Formen unterdrückt werden. Der Harn wird stark alkalisch. Im Pferdemist war sie auch zu finden. Diese Organismen entwickelten sich bei Aussaat sowohl in gehopfter Würze wie im Bier.

Bei sorgfältiger Reinigung der Ställe, pünktlicher Streuerneuerung und sofortiger Abfuhr der harngetränkten, benutzten Streu, kann die Infektionsgefahr praktisch abgewendet werden. — Miškowsky (2) hat den Einfluß der Phosphate auf die Entwicklung der Sarcina geprüft. Er fand, daß die durch die Sarcinaentwicklung produzierte Säure (Milchsäure) sich mit dem Alkali der sekundären Phosphate (K_2HPO_4) bindet, indem sie dieselben in primäre Salze umwandelt. Je mehr das Bier von dem die Säure neutralisierenden Alkali enthält, desto intensiver wird das Wachstum und der Geruch, und desto größer die Azidität. — G. Feuerstein (1) behandelt die mit Sarcina infizierte Hefe nach dem Auswaschen mit Salpeter- oder Schwefelsäure (0,10 bis 0,15 $^0/_0$); nach 6 Stunden wird mit Natronlauge neutralisiert, oder es wird Kalkmilch im reichlichen Überschuß zugesetzt, und das Wasser nach 24 Stunden abgegossen. Die so behandelte Hefe war frei von Sarcina und arbeitete vorzüglich. —

In einer Abhandlung über den Einfluß des Wassers auf die Eigenschaften des Bieres weist Miškowsky (3) darauf hin, welche wichtige Rolle die Reaktion des Brauwassers bezw. der Würze bei der Bierfabrikation spielt, und welchen Einfluß diese Reaktion auf die Sarcinaentwicklung hat. Ist das Wasser reich an Karbonaten, so wird die Azidität der Würze eine geringe, man bekommt eine schlechte Verzuckerung derselben, und die Hefezellen degenerieren ziemlich rasch. Sind nun Sarcinaorganismen vorhanden, die Milchsäure produzieren, wird diese von den im Biere enthaltenen alkalisch reagierenden Stoffen gebunden und dadurch neutralisiert. Könnte aber die Milchsäure in freiem Zustande verbleiben, so würde sie die weitere Sarcinaentwicklung hemmen, ja sogar aufhalten, was sonst nicht der Fall ist. Jede Würze resp. jedes Bier mit geringer Azidität ist disponiert für die Sarcinakrankheit. H. Santmann (1) benutzt für den Nachweis von Sarcina in Bier die sogenannte „Forcierprobe". Das Bier wird auf sterile (200—300 ccm) Flaschen aus weißem Glase mit Glasstöpsel gefüllt und 6—14 Tage bei 25° C aufbewahrt. Anstatt dieser Probe mit darauffolgender mikroskopischer Untersuchung wird auch die Einimpfung des Bodensatzes in Bettgeslösung oder ammoniakalisches Hefewasser zum Nachweis von Biersarcina ausgeführt.

Wir haben bis jetzt nur das Auftreten der Sarcinaformen in untergärigen Bieren erwähnt, aber auch in den obergärigen rufen diese Organismen Krankheiten hervor, am häufigsten wohl die unter dem Namen „das fadenziehende Weißbier" oder „das Ziehbier" wohlbekannte. H. Schröder (1) war der erste, welcher diese Krankheit beschrieben hat. Das Bier bekommt einen faden, süßlich-pappigen Geschmack. Die Krankheit tritt gewöhnlich in den Kruken, Flaschen oder Transportfässern auf, wenn diese ohne Sorgfalt behandelt und bei einer höheren Temperatur aufbewahrt werden. Hier spielt die Zugabe von Wasser, welches von den Abnehmern hinzugetan wird, sicher eine Rolle. — Die Bakterie, welche die Krankheit hervorruft, wurde von Lindner (2) reingezüchtet und bekam den Namen Pediococcus

viscosus. Sie macht eine Weißbierwürze, nicht aber eine gehopfte Würze, fadenziehend und bildet Säure. Schweflige Säure, schwefligsaure Salze und Hopfen können zur Bekämpfung der Krankheit verwendet werden.

Brown und Morris (1) haben in englischen Bieren eine kleine Bakterie gefunden, welche in Gruppen zu zwei bis vier Individuen vorkommt, und sehen sie als die vornehmlichste Ursache für das Schleimigwerden englischer Biere an. O. Reinke (1) bemerkt, daß bei Anwendung von alkalischem Wasser die Sarcinaentwicklung eine leichtere ist, und daß das Langwerden der Biere also leichter eintreten kann, wenn das Weißbier mit Wasser verdünnt wird, welches reich an kohlensaurem Kalk, arm an Gips ist. Durch Zusatz von Weinsäure werden die Biere wieder normal, indem die Schleimbildung verschwindet. Heron (1) hat in englischen Bieren, die fadenziehend (ropy) waren, eine Sarcina gefunden. Die Biere hatten einen ekelhaften Geschmack, aber keine oder fast keine Azidität; wird das Bier sauer, verschwindet jede Spur von Schleim. Er konnte mit Sicherheit konstatieren, daß das Schleimigwerden des Bieres von der direkten Ansteckung der Würze durch Malzstaub herrührte. Die Krankheit trat nur dann ein, wenn die Würze schwach gehopft und von geringerer Azidität als gewöhnlich war. Schönfeld (6) hat aus dem langen Weißbier Pediokokken isoliert und festgestellt, daß es mehrere Arten gibt, von denen zwei deutlich charakterisiert aber nicht genauer beschrieben wurden; sie sind in der Stärke der Schleimbildung, in dem Säuerungsgrad und in dem Widerstand gegen Alkohol voneinander verschieden. Das Optimum der Säure- und Schleimbildung liegt bei 20—26 ^{0} C. Die Bakterie entwickelt sich am besten in einer nicht gehopften Würze, besser in einer Weizenmalzwürze als in einer Gerstenmalzwürze. Je höheren Alkoholgehalt das Bier hat, um soviel schwieriger wird es schleimig. Es ist noch eine offene Frage, welchem der verschiedenen Stoffe: Zucker, Dextrine oder Eiweißstoffe der wesentliche Anteil bei der Schleimbildung zukommt. Die Milchsäure wirkt hemmend auf die Entwicklung der Pediokokken, Essigsäure dagegen ist kein so scharfes Antiseptikum gegen diese Bakterien. Über den Ursprungsort bemerkt Schönfeld, daß er im Malz liegen könnte; als Infektionsherd wird das Holz der Bottiche angegeben. Er teilt in einer späteren Abhandlung (7) mit, daß die Schleimbildung beim Weißbier sich am stärksten in einer Würze entwickelt, welche nicht über 75 ^{0} erhitzt ist, weniger stark in einer gekochten, und am schwächsten in einer mit Hopfen gekochten Würze. Die Entstehung des Schleimes ist wahrscheinlich auf die Umbildung des Zuckers (Gummi) und auf Veränderung von Eiweißstoffen zurückzuführen. Der Pediococcus ist in der Brauerei nicht zu finden, das Langbier entsteht erst bei den Wirten, weil sie beim Abfüllen auf Flaschen das Bier mit Wasser versetzen, wodurch die Schutzstoffe des Bieres erheblich verdünnt werden. Schönfeld hat im Jahre 1906 weitere Untersuchungen (8) über die Schleimkrankheit des Berliner Weißbieres gemacht. Die Krankheit wird nur vom Pediococcus hervorgerufen; er bildet bis 0,6 $^0/_0$ Säure (auf Milchsäure berechnet) und ruft gleichzeitig ein angenehmes

weinsäuerliches Bukett hervor. Es gibt mehrere Varietäten von P. viscosus: P. viscosus major mit starkem und P. viscosus minor mit schwachem Schleimbildungsvermögen; als dritte Varietät kommt ein P. viscosus varians hinzu mit schwachem Schleimbildungsvermögen, welcher die schleimbildende Fähigkeit leicht verlieren kann. Schönfeld ist jetzt der Meinung, daß die Schleimpediokokken auch direkt in Bottichproben nachzuweisen sind. Schutzmittel gegen das Überhandnehmen der Schleimpediokokken sind die Milchsäure und die Milchsäurebakterien; er empfiehlt deshalb eine kräftige Säuerung des Bieres bei der Hauptgärung und eine stärkere Hopfung. Im Jahre 1907 findet er (9), daß die Behandlung mit Fluorammonium nach Claußen bei Weißbieren gute Dienste leistet. Ammoniakalische Hefewassergelatine war zum Nachweis von Schleimpediokokken sehr brauchbar, auch die Bettges-Hellersche Methode war gut. Als Träger der Schleimpediokokken sind in erster Linie die Harnausscheidungen der Pferde anzusehen; auch auf Gerste sind die Pediokokken gefunden worden. — E. Naatz (1) traf häufig in kanadischem Ale einen Pediococcus an, der die Biere schleimig macht; das Bier trübt sich und wird stark fadenziehend. Nach einiger Zeit verschwindet der schleimige Zustand wieder, und es bildet sich ein Bodensatz. Die Bakterie zeigt sehr selten und nur in alten Kulturen Paketform, tritt als Regel in Dyaden oder Tetraden auf; ist fakultativ aerob, die Größe 0,5—0,9 μ. Sie wächst am besten auf neutraler, ungehopfter Würze und Würzegelatine, ammoniakalischem Hefewasser und in der Bettges-Hellerschen Lösung. Die Abtötungstemperatur liegt zwischen 50—55° C. Naatz (2) hat ferner Untersuchungen über das Wachstum und die Schleimbildung des P. viscosus ausgeführt; hier spielen die Reaktion der Nährlösung, die Kohlensäure und das Wachstum der Hefe eine Rolle. Der Einfluß der Kohlensäure scheint am wichtigsten zu sein, verhindert aber nicht das Wachstum, sondern die Schleimbildung der Pediokokken. Ale wird gewöhnlich ohne Druck abgefüllt, und es dauert geraume Zeit, bis die Hefe wieder Kohlensäure erzeugt; die Pediokokken haben dann Zeit sich genügend zu entwickeln.

Das Langwerden des Bieres ist eine Krankheit, welche auch von ganz anderen Bakterienarten hervorgerufen werden kann; auch sind es hier in der Regel die obergärigen Biere, welche angegriffen werden. Hohe Temperaturen, geringe Hopfenmenge und wenig Säure begünstigen die Entwicklung dieser Bakterien. H. van Laer (1) hat zwei verschiedene Spezies beschrieben, die er in fadenziehenden Bieren aufgefunden, daraus reingezüchtet und als Bacillus viscosus I und II bezeichnet hat. In Form und Größe sind sie ziemlich gleich, beide bilden Sporen, dagegen verhalten sie sich verschieden gegenüber Würze und anderen Nährlösungen. Biere mit niedrigem Vergärungsgrad werden verhältnismäßig selten zähe, weil ein höherer Gehalt an Zucker der Entwicklung dieser Krankheit schädlich ist; die Krankheit stellt sich umso eher ein, je größer der Gehalt des Nährbodens an Stickstoffsubstanzen ist; es sind insbesondere die an Peptonen reichen Würzen, welche leicht zähe werden. Ein größerer Gehalt an Säuren (auf Milchsäure berechnet

0,15 %) ist der Entwicklung beider Bakterienarten hinderlich. Alkohol vermag ihnen selbst in einer Konzentration von 6 Volumprozent noch nicht zu schaden. Es ist von großer Bedeutung, ob diese Spaltpilze gleichzeitig mit der Hefe oder früher oder später (nach der Hauptgärung) in die Würze eingeführt werden. Ist die Würze schon zu Anfang mit den Bakterien infiziert worden, wird das Bier trübe und fadenziehend und nimmt eine eigentümliche Farbe wie Milchkaffee an. Werden die Bakterien gleichzeitig mit der Hefe eingeführt, dann hängt es von der Menge ab, ob das Bier lang wird oder nicht; werden die Bakterien erst nach der Hauptgärung eingeführt, so rufen sie gar keine Störungen hervor. Die zwei Arten sind immer in belgischen Bieren gegenwärtig, die fadenziehend geworden sind. Die Biere werden in Flaschen viel leichter als in Stückfässern lang. Van Laer hat später (4) einen anderen Spaltpilz isoliert, welcher eine Krankheit hervorruft, die in enger Beziehung zu der schleimigen Gärung steht. Es ist der Bac. viscosus bruxellensis; die von ihm verursachte Krankheit wird als „Bier mit doppeltem Gesicht“ („Bière à double face“, „Tweskinde“) bezeichnet. Die Krankheit ist aber bei den mit Hefe angestellten Bieren sehr selten, tritt dagegen bei den sog. Lambic, Faro und Mars häufig auf. Im Jahre 1908 gab van Laer (5) neue Mitteilungen über diese Krankheit. Besonders hat er den Einfluß der Reaktion der Nährflüssigkeit auf die Schleimbildung näher untersucht. Ganz geringe Mengen Natronlauge zur Würze erhöhen die Verschleimungsstufe. Die Säuren hemmen oder unterbrechen die Schleimfunktion des Bazillus, falls sie in genügender Menge vorhanden sind; es treten hier dieselben Erscheinungen auf wie bei den Enzymen. Durch Zusatz von Soda oder Kreide zu einer Würze, welche fadenziehend gewesen ist, kann man eine zweite schleimige Gärung hervorrufen. Der Schleim, der durch Azeton aus seinen Lösungen gefällt wird, enthält viel Asche. Ein besonderes Enzym, eine Viscase, hat nicht direkt nachgewiesen werden können. — Fellowes (1) findet, daß der Bac. viscosus unter den in englischen Brauereien herschenden Verhältnissen nicht ähnliche Resultate gibt wie in den belgischen Brauereien. Er hat aus englischen fadenziehenden Bieren die Bakterien reingezüchtet; es gelang ihm aber nicht durch Einimpfung der Reinkulturen ein Bier darzustellen, welches eine ähnliche Viskosität zeigte wie die Probe, aus welcher die Bakterie herrührte. Die Organismen haben vielleicht durch Züchtung ihre Fähigkeit zur Schleimbildung verloren; die chemische Zusammensetzung der Würze spielt vielleicht auch eine Rolle, möglich wäre es auch, daß die Gärung eine symbiotische sei. — L. van Dam (1) hat in der Hefe einer Brauerei in Burton-on-Trent eine Bakterie gefunden (Bac. viscosus III), welche von den zwei von van Laer beschriebenen verschieden ist. Zucker ist für die Schleimbildung notwendig, während stickstoffhaltige Substanzen nur in zweiter Linie Bedeutung haben. Die Krankheit ist nur dann zu fürchten, wenn die Infektion vor oder gleichzeitig mit der Hefengabe stattfindet, vergorene Biere werden nicht angegriffen. Ein längeres Verweilen der Würze auf dem Kühlschiffe oder im Gärbottich

bei 28—30° ist der Infektion günstig. Stark gelüftete Würzen werden leichter von der schleimigen Gärung ergriffen.

Das Umschlagen des Bieres ist eine Krankheit, welche immer in Verbindung mit einer Milchsäuregärung steht. Schon Pasteur (1) hat darüber Beobachtungen angestellt und Bakterien als Erreger erklärt. Es sind Stäbchen oder Fäden, vereinzelt oder zu Ketten verbunden. Die Azidität des Bieres wird größer, und wenn die Bakterien in großen Mengen vorhanden sind, wird das Bier vollständig ungenießbar; bei 55—60° C werden sie getötet oder jedenfalls so stark abgeschwächt, daß die Krankheit sich nicht weiter entwickelt. Er hat die Bakterien sowohl in untergärigen wie in obergärigen (englischen) Bieren gefunden. van Laer (2) hat aus belgischen Bieren den Erreger dieser Krankheit zuerst reingezüchtet, er nennt ihn Saccharobacillus pastorianus. Das früher blanke Bier verliert allmählich seinen Glanz, um endlich ganz trübe zu werden und nach und nach einen unangenehmen Geruch und Geschmack anzunehmen. Die durch diese Bakterien getrübten Biere lassen beim leichten Hin- und Herbewegen ein deutliches „Schlieren" erkennen, wie feine seidenglänzende Wellen in der Flüssigkeit. Später scheidet sich ein Niederschlag aus, welcher aus Hefezellen, Bakterien und stickstoffhaltigen Ausfällungen besteht. Der Bazillus vermag nur dann sich zu entwickeln, wenn der Gehalt des Bieres an Hopfenextrakt niedrig ist. Er vergärt verschiedene Zuckerarten und bildet Alkohol und Säure (inaktive Milchsäure und geringe Mengen von Essig- und Ameisensäure). Durch Alkohol wird er erst dann gehemmt, wenn mehr als 7% davon im Biere vorhanden sind. In Ländern mit mangelhaften Kellern wird das Umschlagen des Bieres im Sommer häufig beobachtet (das sog. „Zomerbier"). Eine Pasteurisation bei 55—60° C vermag der Bazillus nicht zu überstehen. — W. Henneberg (2) gibt die Morphologie dieser sowie zweier anderer in Bieren auftretender Milchsäurebakterien, die auch das Umschlagen bewirken, nämlich Saccharobacillus pastorianus var. berolinensis und Bac. Lindneri; die erstere kommt in obergärigen Bieren (Berliner Weißbier) vor, die letztere wird äußerst häufig in Lagerbier gefunden; das dunkle Lagerbier scheint widerstandsfähiger als das helle zu sein. — Unter dem Namen Bac. fasciformis haben Schönfeld und Rommel (1) einen Trübungen im Lagerbier verursachenden Spaltpilz beschrieben; derselbe ist nach Henneberg eine Varietät des Saccharobac. past. var. berol. — Schönfeld (4) hat gefunden, daß in den meisten obergärigen Bieren (nicht nur im Berliner Weißbier) ein dem Saccharobac. past. var. berol. ähnliches Stäbchenbakterium vorkommt, welches das Bier schleimig macht und ihm gleichzeitig einen schwach sauren Geschmack gibt. — Fellowes (1) findet Saccharobac. past. v. Laer fast in jedem englischen Biere (als Regel ohne Krankheitsphänomene zu geben), in verhältnismäßig wenigen Bieren hat er kleine Kurzstäbchen, in der Mitte ein wenig eingeschnürt, beobachtet, die ähnliche Erscheinungen hervorbringen können. Sie haben aber keinen Einfluß auf das Bier, wenn sie erst nach der Hauptgärung eingeführt werden.

Obwohl Essigbakterien recht häufig im Biere vorkommen, treten sie seltener in so großen Mengen auf, daß sie in einem normalen Betriebe zu Krankheiten Veranlassung geben, namentlich wenn von untergärigen Brauereien die Rede ist. Besonders häufig sind sie in obergärigen Brauereien zu finden. Die höhere Gärtemperatur und die weniger peinliche Reinlichkeit in diesen Brauereien sind Schuld daran. In Landbrauereien, welche Lagerbier brauen und das Bier in warmen und schlecht ventilierten Kellern während mehrerer Monate einlagern, spielen die Essigbakterien nicht selten eine unliebsame Rolle. Der erste, welcher in der Literatur Aufklärungen über das Entstehen der Krankheit gegeben hat, die als Essigstich bezeichnet wird, ist Kützing (1). Pasteur (1), welcher die Frage einer experimentellen Behandlung unterzogen hat, gibt eine Beschreibung von dem Mikroorganismus, welcher seinen Befunden zufolge die Essiggärung hervorruft; aber erst durch die Untersuchungen Hansens (1) hat es sich gezeigt, daß diese Gärung nicht von einer, sondern von mehreren Bakterienarten hervorgerufen werden kann. Später (12) gibt Hansen eine Beschreibung dieser Bakterien (Bact. aceti, Bact. Pasteurianum und Bact. Kützingianum), mit welchen er unter Brauereiverhältnissen experimentelle Untersuchungen gemacht hat. Sie bilden alle eine Haut auf dem Biere ohne zu trüben; das Bier wird aber sauer, wenn die Entwicklung eine starke ist. Luftzufuhr ist eine notwendige Bedingung für ihre Entwicklung. Will man deshalb eine Essigsäurebildung im Biere vermeiden, ist es von großer Wichtigkeit, daß die Transportfässer und Flaschen gut verschlossen und gut gefüllt sind. A. Zeidler (1) hat eine andere Essigbakterie gefunden (Termobacterium aceti); sie ist beweglich, ruft deshalb eine Trübung hervor und bildet kleine Hautflecken auf der Oberfläche des Bieres. Nur wenn die Infektion eine starke, die Gärdauer eine lange (14 Tage) und die Gärführung eine warme (9 ^{0} C) ist, wird sie für die Brauerei gefährlich; die Säuremenge ist keine große, das Bier verliert aber seinen Glanz. Auch Henneberg (1) hat zwei Arten von Essigbakterien beschrieben; die eine, Bact. oxydans, wurde in einem untergärigen Biere gefunden; sie bildet eine dünne Haut, und das Bier wird trüb; die Bakterie ist beweglich. Die andere, Bact. acetosum, hat er aus einem obergärigen Biere (Döllnitzer Gose) isoliert; sie bildet eine dicke Haut, und das Bier hält sich klar. Sie ist unbeweglich.

Die Essigbakterien werden — wie die anderen im Biere vorkommenden Bakterien — häufig mit der Anstellhefe eingeschleppt; unsaubere Leitungen, Bottiche und Fässer sind auch Ansteckungsherde; mit dem Waschwasser oder mit der Luft können sie ebenfalls ins Bier hineinkommen; eine gründliche Reinigung und Desinfektion ist auch hier am rechten Platze, sowie auch die Einführung einer neuen Reinkultur, wenn die Hefe verunreinigt worden ist.

Endlich sind noch die Infektionen zu erwähnen, welche den sog. „chlorigen“ Geruch veranlassen; der Erreger dieser Krankheit soll das sog. Termobacterium iridescens sein, eine Bakterie. die zu den sog. Würzebakterien

gehört, welche häufig im Wasser oder in der Luft vorkommen. O. Saare (1) teilt darüber folgendes mit: Biere mit „chlorigem“ Geruch und Geschmack, d. h. mit einem Geruch und Geschmack, der an Chlor erinnert, kommen häufig vor, wenn das Anstellen des Bieres sehr weit hinausgeschoben wird. Es ist in der Wirklichkeit ein Geruch nach salpetriger Säure. Es gibt nun Bakterien, welche die salpetersauren Salze zu salpetriger Säure reduzieren; diese Säure ist im Grunde sehr ähnlich dem Chlor, sehr scharf und unangenehm riechend. Die Kalamität verschwindet sofort, sobald an Stelle des an salpetersauren Salzen reichen Wassers (in einem Falle enthielt das Wasser 23 g pro Hektoliter) ein Wasser genommen wird, welches frei ist von salpetersauren Salzen.

Bibliographie.

Aubry, (1) Zeitschr. f. das. ges. Brauwesen 1892, Bd. 15, S. 42.

Balcke, J., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1884, Bd. 1, S. 181.

Barth, G., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1901, Bd. 24, S. 333.

de Bavay, (1) The Brewers Journal, London, 1889, S. 490.

Becker, C., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1899, Bd. 22, S. 5.

Bekaert, E., (1) Petit Journal du Brasseur 1911, S. 773. (Ref. i. Wochenschr. f. Brauerei 1911, Bd. 28, S. 391.)

Bettges, (1) Wochenschr. f. Brauerei 1906, Bd. 23, S. 3.

— (2) Wochenschr. f. Brauerei 1907, Bd. 24, S. 149.

— und Heller, (1) Wochenschr. f. Brauerei 1906, Bd. 23, S. 69.

Brown, H. T. und Morris, G. H., (1) Journ. federated Inst. of Brewing 1895, Bd. 1, S. 15.

Chapman, Alfr., (1) Journ. of the Instit. of Brewing 1904, Bd. 10, S. 382.

Claußen, Hjelte, N., (1) Comptes rendus de Carlsberg 1903, Bd. 6, S. 64.

— (2) American Brewers Review, Chicago, 1905, Bd. 19, S. 247.

— (3) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1906, Bd. 29, S. 397.

— (4) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1906, Bd. 29, S. 339.

van Dam, L., (1) Bullet. de l'association Belge de Chimistes 1896, Bd. 9, S. 245.

Fellowes, F. W., (1) Transact. North Engl. Instit. Brewing, Manchester, 1894, S. 107.

Feuerstein, G., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1911, Bd. 28, S. 16.

Francke, G., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1884, Bd. 1, S. 727.

Frew, (1) Journ. Soc. chem. Industry 1898, Bd. 17, S. 561.

Grönlund, Chr., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1892, Bd. 15, S. 281.

Hajek, Th., (1) Der Bierbrauer, Worms, 1904, Jahrg. 34, S. 373.

Hansen, E. Chr., (1) Compt. rend. de Carlsberg 1879, Bd. 1, S. 96.

— (2) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1880, Bd. 3, S. 335.

— (3) Compt. rend. de Carlsberg 1882, Bd. 1, S. 197 und 1883, Bd. 2, S. 13.

— (4) Compt. rend. de Carlsberg 1882, Bd. 1, S. 208.

— (5) Compt. rend. de Carlsberg 1883, Bd. 2, S. 52.

— (6) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1890, Bd. 13, S. 4.

— (7) Unters. aus d. Praxis d. Gärungsindustrie, München, 1892, Heft 2.

— (8) Compt. rend. de Carlsberg 1894, Bd. 3, S. 212.

— (9) Unters. aus d. Praxis d. Gärungsindustrie, München, 1895, 2. Aufl., Heft 1, S. 79.

— (10) Compt. rend. de Carlsberg 1900, Bd. 5, S. 12.

Hayduck, M., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1885, Bd. 2, S. 267.
Henneberg, W., (1) Centralbl. f. Bakt., II. Abt., 1897, Bd. 3, S. 223 und 1898, Bd. 4, S. 14.
— (2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1903, Bd. 26, S. 226.
Heron, J., (1) Diary for the Brewing Room 1899. (Ref. Allg. Brauer- u. Hopfen-Ztg. 1899, S. 1877.)
van Hest, J. J., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1903, Bd. 26, S. 808.
Holm, J. Chr. und Poulsen, S., (1) Compt. rend. de Carlsberg 1886, Bd. 2, S. 88 und 1888, Bd. 2, S. 137.
von Huth, S., (1) Allg. Zeitschr. f. Bierfabr. u. Malzfabr. 1885, Nr. 42, 47 und 48.
— (2) Allg. Zeitschr. f. Bier- u. Malzfabr. 1886, Nr. 8 und 49.
— (3) Allg. Zeitschr. f. Bier- u. Malzfabr. 1888, Nr. 25.
Jörgensen, Alfr., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1890, Bd. 13, S. 458.
— (2) Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie 1909, 5. Aufl., S. 376.
— (3) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1898, Bd. 21, S. 113.
— (4) Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie 1909, 5. Aufl., S. 392.
— (5) Die Hefe in der Praxis, Berlin 1901, S. 98.
Kukla, A., (1) Ber. d. Versuchsanstalt f. Brauindustrie in Böhmen, Prag, 1889.
Kützing, Fr., (1) Journ. f. prakt. Chemie 1837, Bd. 11, S. 385.
van Laer, H., (1) Mém. Couron. de l'Acad. Royale de Belgique 1889, Bd. 43.
— (2) Mém. Couron. de l'Acad. Royale de Belgique 1892, Bd. 47.
— (3) Transact. of the Instit. of Brewing, London, 1894, Bd. 7.
— (4) Compt. rend. de l'Acad. 1900, Bd. 133, S. 53.
— (5) Bull. Acad. Royale Belgique, Classe des sciences 1908.
Lafar, Fr., (1) Centralbl. f. Bakt. 1893, Bd. 13, S. 684.
Lindner, P., (1) Dissertation, Berlin, 1888. (Ref. Centralbl. f. Bakt. 1888, Bd. 4, S. 427).
— (2) Wochenschr. f. Brauerei 1889, Bd. 6, S. 181.
— (3) Wochenschr. f. Brauerei 1890, Bd. 7, S. 161 und S. 1040.
— (4) Mikroskopische Betriebskontrolle in d. Gärungsgewerben, 5. Aufl., Berlin.
Melard, L., (1) Allg. Brauer- u. Hopfenzeitung 1910, S. 1905.
Miškowsky, O., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1907, Bd. 30, S. 81.
— (2) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1908, Bd. 31, S. 3.
— (3) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1911, Bd. 34, S. 525.
Naatz, E., (1) Letters on Brewing 1908, Bd. 7, S. 406. (Ref. i. Wochenschr. f. Br. 1908, Bd. 25, S. 816).
— (2) Letters on Brewing 1909, Bd. 8, S. 357. (Ref. i. Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1910, Bd. 33, S. 310.)
Pasteur, L., (1) Etudes sur la bière, Paris, 1876.
Petersen, A., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1890, Bd. 13, S. 1.
Prior, E., (1) Chemie u. Physiologie d. Malzes u. d. Bieres, Leipzig, 1896, S. 509.
Reess, M., (1) Botanische Untersuchungen über d. Alkoholgärungspilze, Leipzig, 1870.
Reichard, A., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1894, Bd. 17, S. 257.
— (2) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1901, Bd. 24, S. 301.
— und Riehl, A., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1895, Bd. 18, S. 59.
Reinke, O., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1898, Bd. 15, S. 726.
Saare, O., (1) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1901, Bd. 4, S. 353.
Santmann, H., (1) Die Brau- und Malzindustrie, Wien, 1912, S. 165.
Schönfeld, F., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1897, Bd. 14, S. 177.

Schönfeld, F., (2) Wochenschr. f. Brauerei 1898, Bd. 15, S. 285.
— (3) Wochenschr. f. Brauerei 1898, Bd. 15, S. 321.
— (4) Wochenschr. f. Brauerei 1901, Bd. 18, S. 237.
— (5) Wochenschr. f. Brauerei 1904, Bd. 21, S. 521.
— (6) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1904, Bd. 7, S. 540.
— (7) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1905, Bd. 8, S. 90.
— (8) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1906, Bd. 9, S. 415.
— (9) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1907, Bd. 10, S. 546 u. 557.
— Denicke und Eberlein, (1) Jahrb. d. Versuchs- u. Lehranstalt f. Brauerei, Berlin, 1906, S. 590.
— und Rommel, W., Wochenschr. f. Brauerei 1902, Bd. 19, S. 585.
Schröder, H., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1885, Bd. 2, S. 155.
Schwackhöfer, (1) Allg. Zeitschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabrikation, Wien, 1905, S. 531.
— (2) Mitteil. d. österr. Versuchsstation u. Akademie f. Brauindustrie. Wien, Januar 1906.
Syrée, G., (1) Centralbl. f. Bakt., II. Abt., 1899, Bd. 5, S. 6.
Wibiral, R., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1907, Bd. 24, S. 193.
Will, H., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1890, Bd. 13, S. 458 und 522.
— (2) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1891, Bd. 14, S. 145.
— (3) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1891, Bd. 14, S. 81.
— (4) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1892, Bd. 15, S. 77.
— (5) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1893, Bd. 16, S. 29.
— (6) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1895, Bd. 18, S. 249.
— (7) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1899, Bd. 22, S. 391 und 1900, Bd. 23, S. 185.
— (8) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1901, Bd. 24, S. 289.
— (9) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1905, Bd. 28, S. 817.
— und Rigaud, M., (1) Zeitschr. f. das ges. Brauwesen 1906, Bd. 29, S. 577.
Windisch, W., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1889, Bd. 6, S. 761.
Zeidler, A., (1) Wochenschr. f. Brauerei 1890, Bd. 7, S. 1213.
Zikes, H., (1) Allg. Zeitschr. f. Bierbrauerei u. Malzfabrik., Wien 1904, Jahrg. 32, S. 557.

Fortschritte der landwirtschaftlichen Bakteriologie. II[1]).

(Sammelreferat der in den Jahren 1910 und 1911 erschienenen Arbeiten.)

Von Prof. F. Löhnis.

III. Vorkommen und Tätigkeit von Mikroorganismen im Stalldünger.

A. Allgemeines über die Mikroflora des Stalldüngers.

Daß die besondere wirtschaftliche Bedeutung und die spezifische Wirkung des tierischen Düngers zu einem großen Teile in dessen Mikroorganismengehalt begründet ist, wurde, wie ich an anderer Stelle nachwies, bereits vor 50 Jahren von W. Kette nachdrücklich betont. Von B. Schulze sind neuerdings umfangreiche Untersuchungen über die Wirkung und den hieraus abgeleiteten wirtschaftlichen Wert des Stallmistes durchgeführt worden (254), in denen jedoch jenen Gesichtspunkten so gut wie gar nicht Rechnung getragen wurde. Obgleich der nach der Wirkung berechnete Geldwert der geprüften Dünger auch in diesen Fällen keinerlei Abhängigkeit von dem durch die chemische Analyse ermittelten Gehalt an Nährstoffen zeigte, wurden diese trotzdem erneut als die „hauptsächlich wertbestimmenden Bestandteile" bezeichnet. Demgemäß mußte folgender, allerdings nicht ganz logische Satz formuliert werden (a. a. O., S. 166): „Keinesfalls kann also der Gehalt des Stalldüngers an hauptsächlich wertbestimmenden Bestandteilen eine Erklärung für die Verschiedenartigkeit der Geldwertleistung bieten." Nach den Ursachen der z. T. sehr ungleichen düngenden Wirkung der verschiedenen Stallmistsorten wurde nicht näher geforscht. Daß eine Berücksichtigung der mikrobiologischen Faktoren hierbei von Wert gewesen wäre, dürfte aber wohl außer Zweifel sein.

Die älteren Untersuchungen über den Keimreichtum der Dünger, denen zufolge nur einige, selten hundert Millionen Bakterien und Pilze vorhanden sein sollten, konnten nicht als glaubwürdig anerkannt werden. Neuere Veröffentlichungen über diesen Gegenstand liegen nicht vor. In meinem Laboratorium

---

[1]) Fortsetzung und Schluß des im 1. Hefte (S. 68—88) veröffentlichten Sammelreferats. Den dort bereits genannten Lehr- und Handbüchern ist noch hinzuzufügen: Ch. Marshall, Microbiology for Agricultural and Domestic Science Students. Philadelphia, XXII + 724 pp, 128 fig.

durchgeführte Prüfungen ergaben (bei Benutzung von Gußkulturen) stets mehrere Milliarden Keime im Gramm Dünger. Desgleichen liefern ungefärbte Ausstrichpräparate recht anschauliche Bilder von dem außerordentlichen Keimreichtum des Materials. Die Methode der gewichtsanalytischen Ermittelung der in den Fäzes vorhandenen Mikroben ist mehrfach geprüft und modifiziert worden (11, 49, 75, 241). Die in diesen Arbeiten (für menschliche Fäzes) festgestellten Prozentzahlen bewegen sich zwischen 6 und 40 % der Trockensubstanz: geänderte Kost erwies sich von geringem Einfluß (241), dagegen stellten sich bei Störungen der Darmtätigkeit besonders hohe Werte heraus (75).

Von den spezifischen Düngerorganismen haben nur die Myxobakterien eine ausführlichere Bearbeitung durch Vahle (295) erfahren.

B. Die Tätigkeit der Mikroorganismen im Stalldünger.

In Fortsetzung früher durchgeführter Versuche prüften Sjollema und de Ruyter de Wildt (263) erneut den Verlauf der für die Düngerrotte maßgebenden Prozesse. Das mit Wasser verdünnte Kot-Harn-Gemisch wurde $4^1/_2$ Monate lang aerob sowie anaerob bei 15 und 35 ° C aufbewahrt. Stickstoffverluste traten nur bei Luftzutritt ein; dagegen war die (bei höheren Temperaturen natürlich lebhaftere) Zersetzung der organischen Substanzen unter aeroben Bedingungen nicht viel intensiver als bei Luftabschluß. Bei 15 ° C blieb der Gehalt an Zellulose fast konstant, während bei 35 ° etwa die Hälfte davon abgebaut wurde; noch umfangreicher gestaltete sich die Umsetzung der Pentosane. Die Ammoniakzahlen blieben aerob fast konstant, anaerob stiegen sie beträchtlich an (bei 15 ° C um 65 %). Der Amidostickstoff erfuhr bei 15 ° stets eine Verminderung, bei 35 ° C eine Zunahme. Die Menge des unverdauten Eiweißes vergrößerte sich besonders in den aeroben Versuchsreihen. Im Düngungsversuch wirkte das anaerob bei 35 ° C aufbewahrte Material am günstigsten. — Ähnliche Versuche mit Pferdekot hat Jegorow (109, 110) zur Ausführung gebracht: die Prüfungen wurden in diesem Falle speziell auch auf die Umsetzungen des Phosphors ausgedehnt. Unter anaeroben Bedingungen waren die Stickstoffverluste hier ebenfalls beträchtlich; die Relationen zwischen Pentosan- und Zellulose-Abbau nähern sich dagegen im allgemeinen den von den holländischen Forschern ermittelten Werten. Wie die Stickstoffverbindungen wurden auch die Phosphate z. T. durch Mikroorganismen assimiliert. Doch läßt die Genauigkeit der betreffenden Zahlen manches zu wünschen übrig, und die vom Verf. gezogenen Schlüsse können nur mit Vorbehalt entgegengenommen werden. Hj. von Feilitzen (59) stellte fest, daß bei vergleichsweiser Verwendung von Torfstreu, Sägespänen und Stroh-Einstreu der Torfstreudünger die geringste Erwärmung und dementsprechend die niedrigsten Stickstoffverluste aufwies, während sich die höchsten Zahlen für den Strohdünger ergaben. Sehr eingehende Zahlen über die Erwärmung des Düngers brachte Bohtz (15) zur Ausführung; speziell stand hier die Frage nach der Möglichkeit einer Selbst-

desinfizierung des lagernden Düngers zur Erörterung. Bei mäßiger Durchfeuchtung, mäßig lockerer Lagerung und Bedeckung mit Erde stieg die Temperatur rasch auf 70 ° C an und es wurden innerhalb 14 Tagen alle pathogenen, sporenfreien Keime sicher abgetötet.

Die in den flüssigen Ausscheidungen in ziemlich ansehnlichen Quantitäten vorhandenen Phenole sollen nach Mooser (195) den Mikroorganismen nicht zugänglich sein, erst in der Erde erfolge auf chemischem Wege die „Dephenolisation". Seine eigenen Versuche sprechen insofern gegen diese These, als bei hinreichend niedriger Konzentration die nicht sterilen Gefäße einen höheren Phenolumsatz ergaben als die sterilen. Außerdem ist auch von anderer Seite die Möglichkeit mikrobieller Phenol-Umsetzung erwiesen worden (16, 67, 68). Zur Zersetzung der beim Hippursäure-Abbau freiwerdenden Benzoesäure sind ebenfalls eine größere Zahl von Organismen befähigt (84, 92, 143, 293); unter günstigen Bedingungen geht der Prozeß sehr rasch von statten, z. B. verschwanden in Goslings Versuchen (84) bei 37° C innerhalb 6 Tagen 74—85 % der in 2prozentiger Hippurat-Bouillon formierten Benzoesäure. Dem zuletzt genannten Autor haben wir interessante Mitteilungen über die verschiedenen Möglichkeiten der Hippurat-Umwandlung zu verdanken. Die Substanz kann zugleich als C- wie als N-Quelle dienen; das Glykokoll bleibt erhalten, wenn der Nährlösung ein Kohlenhydrat hinzugefügt wurde, im anderen Falle geht dagegen der Prozeß direkt bis zum Ammoniak. Ähnlich verhielt es sich in Hippurat-Fleischbouillon, in der übrigens das Hippurat noch in einer Konzentration von 12 % angegriffen wird, während für das Glykokoll die obere Grenze bei 2, für Benzoat schon bei $1^1/_2$ % gelegen ist. Unter anaeroben Bedingungen erfolgt die Zersetzung nur, wenn gleichzeitig Nitrate oder Sulfate vorhanden sind; die Hippursäure fungiert in diesem Falle als C-Quelle im Denitrifikations- bezw. Desulfurikations-Prozeß. Einige der isolierten Hippursäurebakterien greifen auch Harnstoff an. Nur eine Art ist etwas genauer beschrieben; sie wurde B. hippuricus benannt. Dox (36) gelang es, aus verschiedenen Penicillien sowie aus Aspergillus niger ein Enzym zu gewinnen, das Hippursäure in Glykokoll und Benzoesäure zerlegt. Hagem (92) fand dagegen unter einer größeren Zahl von Erd-Mucorineen nur einige Arten, die imstande waren, Hippursäure über Glykokoll zu Ammoniak abzubauen. Harnsäure und namentlich Harnstoff wurden von diesen Mucor-Spezies viel leichter und in größerem Umfange angegriffen. Acht „neue", aber nach der Beschreibung nicht wiederzuerkennende Arten von Harnstoffbakterien haben Rochaix und Dufourt (234) aufgestellt. Nach Christensens Beobachtungen (27) können Humuspräparate verschiedenen Harnstoffzersetzern als gute C-Quelle dienen; eine Art, die Urobacillus Beijerinckii benannt wurde, ist sogar imstande, in wässeriger Harnstofflösung Ammoniak zu bilden, der Harnstoff fungiert also in diesem Falle gleichzeitig als N- wie als C-Quelle. Mit dem Abbau der Harnsäure hat sich Liebert (160) ziemlich eingehend beschäftigt. Unter aeroben Bedingungen treten als Zwischenprodukte Allantoin, Harnstoff und

Oxalsäure auf, als Endprodukte CO_2 und Ammoniak; die Zersetzung kann in diesem Falle sowohl bei schwach saurer wie bei alkalischer Reaktion vor sich gehen. Als wirksam wurde hierbei u. a. ein Urobacillus Musculi benanntes sporenfreies, nicht verflüssigendes Stäbchen aufgefunden, das auch in Harnstoffbouillon eine ziemlich ansehnliche Aktivität entwickelt. Unter anaeroben Bedingungen konnte ein großer sporenbildender, obligat anaerober Bac. acidi urici isoliert werden: nur die Endprodukte CO_2, NH_3 und etwas Essigsäure waren hier nachzuweisen. Die Harnsäure diente sowohl als N- wie als C-Quelle, in letzterer Richtung wurde sie auch von B. pyocyaneus und Stutzeri im Denitrifikationsprozeß verwertet. Für die von Hagem studierten Erd-Mucorineen erwiesen sich Leucin und Tyrosin gleichfalls als ziemlich gute Stickstoffquellen. A. Berthelot und D. Bertrand (12) züchteten aus dem menschlichen Darm 6 Bakterienarten, die sowohl ihren N- wie ihren C-Bedarf außer aus Leucin, Tyrosin und Glykokoll auch aus Alanin, Histidin und Tryptophan zu decken imstande waren; die nähere Beschreibung dieser Organismen steht noch aus.

Eine sehr beachtenswerte Arbeit über die Nitrifikation im lagernden Dünger haben wir Niklewski (201) zu verdanken. In locker lagerndem Hofdünger konnte nicht nur die Anwesenheit, sondern auch eine recht ansehnliche Vermehrung der Nitrit- und Nitratbakterien nachgewiesen werden; als Infektionsquelle sind in erster Linie die alten, dem Stallboden anhaftenden Düngerreste in Betracht zu ziehen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den salpeterbildenden Organismen des Düngers und des Bodens scheint nicht zu bestehen. Auf Grund seiner Feststellungen glaubt Niklewski schließen zu dürfen, daß kein Grund vorliege, die Entwicklung freien Stickstoffs aus lagerndem Dünger auf andere Prozesse als auf Zusammenwirken von Nitrifikation und Denitrifikation zurückzuführen. So interessant und wertvoll die zur Stütze dieser Behauptung beigebrachten Untersuchungsergebnisse zweifellos sind, so vermag ich gleichwohl die Allgemeingültigkeit jenes Satzes nicht anzuerkennen. Denn wenn auch die Feststellungen jenes Autors über das häufige Vorkommen von Salpeterbakterien im lagernden Stallmist für einige weitere Fälle durch Stevens und Withers (273) sowie durch Temple (291) Bestätigung gefunden haben, so ist doch andererseits nicht zu übersehen, daß die (auch von N. erneut konstatierte) relativ große Empfindlichkeit der nitrifizierenden Organismen gegen einen größeren Harnzusatz sie keinesfalls in allen Düngersorten zu so bedeutender Entwicklung kommen läßt, daß die regelmäßig vorkommenden und meist sehr bedeutenden Stickstoffverluste lediglich als Denitrifikations-Erscheinungen gewertet werden könnten. Abgesehen von verschiedenen, dieser Annahme entgegenstehenden, älteren Beobachtungen ist hierbei zu berücksichtigen, daß in anderen Fällen sowohl Millard (189) wie auch Niklewski selbst, dieser speziell in Tiefstalldünger, vergeblich nach Salpeterbakterien gesucht haben. Es wird mithin zur vollen Aufhellung dieses dunklen Gebietes noch mancher weiteren Arbeit bedürfen.

Einige neuere Feststellungen über die Ursachen der Stickstoffverluste in Filterbetten, die nach Beobachtungen von Müntz und Lainé (197) ebenfalls nur zu einem kleinen Teile infolge Denitrifikation zustande kommen, verdienen in dieser Hinsicht Beachtung. Desgleichen ist auf eine Veröffentlichung von Jännes (108) hinzuweisen, in der vornehmlich die Stickstoffabgaben einer dünnen, auf Erde lagernden Mistschicht, doch auch manche anderen einschlägigen Fragen zur Diskussion gelangten.

Zur Denitrifikations-Frage haben Beijerinck und Minkman (9) einen interessanten Beitrag geliefert, in dem sie den Nachweis führten, daß als regelmäßiges Zwischenprodukt Stickoxydul aufzutreten pflegt, das bisher infolge der angewandten analytischen Methoden der Beobachtung meist entgangen war. Namentlich können einige Sporenbildner (B. nitroxus u. a.) aus Nitratbouillon unter Umständen recht ansehnliche N_2O-Quantitäten entwickeln. Andererseits erwiesen sich verschiedene Bakterien (B. pyocyaneus, Stutzeri) befähigt, das Stickoxydul unter Bindung des Stickstoffs zu verbrauchen, und als vollkommen neues Resultat wurde festgestellt, daß (noch nicht in Reinkulturen erhaltene) Kurzstäbchen imstande sind, bei Wasserstoff-Oxydation und Stickoxydul-Zerlegung Kohlensäure zu assimilieren. Schwefel oder Schwefelwasserstoff kann an Stelle des Wasserstoffs im Prozeß mitwirken, für Methan scheint dies dagegen nicht möglich zu sein. Die Angaben der beiden holländischen Forscher über die N_2O-Bildung im Denitrifikationsprozeß wurden durch S. Suzuki (285) nachgeprüft und im Prinzip bestätigt. Lebedeff (153) fand, daß Bact. Hartlebi und pyocyaneum bei anaerober Züchtung in einer mit 0,3 $^0/_0$ Nitrat versetzten einprozentigen Seignettesalz- oder Natriumlaktat-Lösung neben CO_2 ansehnliche Quantitäten Stickoxyd entstehen lassen. Als neue, im Denitrifikationsprozeß verwendbare C-Quellen erkannte Söhngen (268) Natriumhumat und Fett (bezw. das in dieser Form dargebotene Glyzerin). Über die indirekte Denitrifikation, speziell über die Reduktion des Nitrats durch naszierenden Wasserssoff, verbreitete sich Mazé in ziemlich ausführlichen, aber jedenfalls in manchen Punkten der Korrektur bedürftigen Darlegungen (186). Über neue Arten denitrifizierender Bakterien wurde von verschiedenen Seiten berichtet (114, 142, 147, 209); z. T. handelte es sich aber sicher nur um nitratreduzierende Formen, deren „Neuheit“ vorläufig noch einigermaßen fraglich erscheint.

C. Die Beeinflussung des Verlaufs der Düngerrotte.

Die oben referierten Arbeiten von Sjollema und de Ruyter de Wildt sowie von Niklewski weisen erneut darauf hin, daß bezw. weshalb ein möglichst vollkommener Luftabschluß zwecks Hemmung der zu Stickstoffverlusten führenden Umsetzungen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Regelmäßige, gründliche Säuberung des Stallbodens von allen die Vermehrung der Salpeterbakterien begünstigenden Resten erachtet der zuletzt genannte Autor von großer Wichtigkeit. Heinrich (96) sowie Ortmann (206—208) zeigten insbesondere den Nutzen weitgehenden Luftabschlusses für die Kon-

servierung des Harnstickstoffs. Chemische Zusätze, selbst 1% $HgCl_2$ oder $CuSO_4$, erwiesen sich dagegen in den von Heinrich durchgeführten Versuchen fast völlig nutzlos. Daß das unter der Bezeichnung „Automors“ wieder auferstandene „Sanatol“ entgegen den Angaben der Fabrikanten für die Düngerkonservierung wertlos ist, hat Lemmermann (154) von neuem festgestellt. Aso und Nishimura (4) fanden größere Superphosphatzusätze (5%) zur Fäkalienkonservierung unter japanischen Verhältnissen von einigem Nutzen.

IV. Vorkommen und Tätigkeit von Mikroorganismen im Boden.

A. Allgemeines über die Mikroflora des Bodens.

Wie oben ein Fall angeführt werden mußte, der besonders deutlich zeigte, daß es jedenfalls nicht zweckmäßig erscheint, immer noch die für die Wirkung des tierischen Düngers maßgebenden biologischen Momente fast völlig unbeachtet zu lassen, so ist auch hier einer sehr eigenartigen antibakteriologischen Veröffentlichung Mitscherlichs (190) kurz zu gedenken, in der gegen einen angeblichen „Bakterienkult“ zu Felde gezogen wird. Die in kausaler Hinsicht doch zweifellos nicht unwesentliche Tätigkeit der Bodenbakterien wird als eine Quelle der „Verunreinigung“ und „Unsauberkeit“ in den chemischen Umsetzungen bewertet und eine bei einem wissenschaftlichen Autor schwer verständliche Antipathie läßt diesen sagen, daß die im Boden vorhandene Kohlensäure den Pflanzenwurzeln entstamme, aber „meinetwegen“ auch von den „verunreinigenden“ Bakterien produziert werden möge. In erfreulichem Gegensatz zu diesem seltsamen Anachronismus steht die Tatsache, daß Ramann in der 1911 erschienenen dritten Auflage seiner auch in ihren übrigen Teilen für den Bodenbakteriologen sehr lesenswerten „Bodenkunde“ der Biologie des Bodens einen besonderen, umfangreichen Abschnitt gewidmet hat. Er verspricht sich „reiche Früchte“ von diesem neuen Wissenszweig.

Untersuchungen über die mittels Gußkulturen feststellbaren Gesamt-Keimzahlen sind in verschiedener Richtung ausgeführt worden. H. J. Conn (31) glaubt sogar, daß es sich bei derartigen Prüfungen um wichtige, zukünftige Aufgaben der Bodenbakteriologie handele, eine Annahme, die wohl eher vor drei Jahrzehnten als zeitgemäß zu erachten war. Jedenfalls haben die betreffenden Ermittlungen über den Keimgehalt in Salzböden (289), Schwarzerden (116), Urwaldböden (232), Erden aus tropischen und aus arktischen Gebieten (173, 210 resp. 256) ebensowenig wie die Feststellungen H. J. Conns (32, 33) über den Einfluß der Jahreszeit Resultate geliefert, die nicht schon aus früheren Untersuchungen zu entnehmen bezw. zu folgern gewesen wären. Der zuletzt genannte Autor hat speziell den drei Gruppen der „rasch verflüssigenden“, der „langsam wachsenden“ Bakterien und der Aktinomyceten seine Aufmerksamkeit zugewandt; bekanntlich wurde eine ähnliche Gruppierung schon vor längerer Zeit von Hiltner und Störmer

versucht, ohne daß sich irgend welcher positive Erfolg hieraus ergeben hätte. Zahlenmäßige Untersuchungen über die an den wichtigsten Umsetzungen beteiligten Organismen wurden von Millard (189) zur Ausführung gebracht; in Übereinstimmung mit analogen Befunden von Greig-Smith (90) wurden namentlich auch die numerischen Werte für die zur Stickstoffixierung befähigten Mikroben verhältnismäßig recht hoch (ca. 3 Millionen pro g Erde) gefunden. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Erdprotozoen haben einige von E. J. Russel in Gemeinschaft mit Hutchinson sowie mit Golding durchgeführte Untersuchungen (237, 238) wichtige Aufschlüsse gebracht, speziell scheinen manche bisher unerklärliche Schwankungen in der Intensität der Bakterientätigkeit auf derartige Einflüsse zurückzuführen sein. Francé (69) hat sich gleichfalls diesen Fragen zugewandt; zu seinen Ausführungen und philologischen Experimenten sind die kritischen Bemerkungen M. Wolffs (301) zu vergleichen. Über das relativ häufige Vorkommen thermophiler Organismen in tropischen Gebieten machte de Kruijff (147) einige interessante Mitteilungen; A. Koch und C. Hoffmann (136) fanden das Temperatur-Minimum von zwei Thermophilen bei Züchtung in Erde um einige Grade tiefer gelegen als bei Verwendung künstlicher Substrate. Die an der Spaltung des Wasserstoffsuperoxyds gemessene katalytische Wirkung verschiedener Erden scheint nach Kalantarians Beobachtungen (116) in der Regel mehr auf dem Humus- als auf dem Organismen-Gehalt der betreffenden Bodenproben zu beruhen.

B. Die Tätigkeit der Mikroorganismen im Boden.

Die Wichtigkeit eingehenderer Berücksichtigung und Erforschung der Umsetzung der im Boden vorhandenen Kohlenstoff-Verbindungen ist erfreulicherweise in letzter Zeit von verschiedenen Seiten (127, 155) mehr betont worden. Hesselink van Suchtelen (101) sowie Stoklasa (281) wandten speziell der Kohlensäure-Produktion ihre Aufmerksamkeit zu; das spezifische Verhalten verschiedener Erden, der Einfluß der Durchlüftung, des Wassergehalts, des Zusatzes kohlenstoffhaltiger und anderer Substanzen wurde besonders in der zuerst genannten Arbeit zum Gegenstand eingehender Studien gemacht. Einige Beobachtungen des zuletzt genannten Autors (278) lassen einen ziemlich weitgehenden Parallelismus zwischen Keimzahl und Stärke der CO_2-Produktion erkennen; in anderen Fällen (116) traten indessen derartige Relationen nicht mit gleicher Deutlichkeit hervor. Zur Prüfung der Zellulose zersetzenden Fähigkeit verschiedener Bodenproben hat Christensen (28) ein einfaches Verfahren angegeben, das darin beruht, der feuchten Erde einige Papierstreifen aufzulegen und deren Veränderung fortlaufend zu kontrollieren. Carbone (26) fand unter einer größeren Zahl von Pilzen namentlich 2 Penicillien als ziemlich kräftige Zellulose-Zersetzer. und Mercker (188) isolierte von Elodea-Blättern zwei neue Zellulose lösende Mikrokokken, die Microc. cytophagus und M. melanocyclus getauft wurden. Die Zahl der zur Fettzersetzung befähigten Erdorganismen wurde durch

de Kruijff (147) um einige unvollständig beschriebene, thermophile Lipobacter-Arten erweitert. Über die Zersetzung verschiedener organischer Säuren arbeiteten Franzen und Greve (70—72: quantitative Versuche über Ameisensäurezersetzung durch Formen aus der Prodigiosus-Gruppe), Herzog, Ripke und Saladin (99, 100: Oxydation von Ameisen-, Essig-, Propion-, Bernstein-, Milch-, Äpfel-, Trauben-, Zitronensäure usw. durch Sproß- und Schimmelpilze), Gimingham (82: Oxalat-Oxydation durch nicht näher bestimmte Erdbakterien) und Ordonneau (205: anaerobe und aerobe Umsetzung von Tartraten).

Die Assimilation der Kohlensäure durch Wasserstoff oxydierende Bakterien ist von Lebedeff (152) weiter verfolgt worden; Niklewski (202) beschrieb zwei der hier in Frage kommenden, auch heterotroph gut gedeihenden Organismen als Hydrogenomonas vitrea und flava. Beijerinck (9) nennt die in Knallgas-Atmosphäre H-oxydierenden unbeweglichen Kurzstäbchen B. Saussurei; der dem gleichen Autor gelungenen Auffindung von in Stickoxydul-Wasserstoff CO_2-assimilierenden Bakterien wurde bereits oben gedacht. — Mit der anaeroben Verarbeitung des Wasserstoffs durch Methan-, Buttersäurebazillen u. a. hat sich Söhngen (264) in Fortführung früherer Untersuchungen beschäftigt.

Von den in der Natur vorkommenden Kohlenstoff-Verbindungen sind es besonders die Humussubstanzen, denen sich, nicht zum wenigsten infolge der von der Kolloid-Chemie ausgehenden Anregungen, das Interesse der Agrikulturchemiker nach langer Pause wieder etwas mehr zugewandt hat. Es ist demnach berechtigte Hoffnung vorhanden, daß hier ein von der Bodenbakteriologie wiederholt lebhaft empfundener Mangel früher oder später beseitigt wird. Eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der chemischen Humusforschung hat V. Grafe (86) in Abderhaldens Biochemischem Handlexikon zu geben versucht; die vollkommen wertlosen Formeln wurden dabei leider immer noch einmal zu einer verspäteten Scheinexistenz von neuem auferweckt. Besondere Beachtung scheinen mir dagegen die betreffenden Darlegungen Ramanns in dessen „Bodenkunde" zu verdienen. Desgleichen seien Interessenten auf eine wichtige Arbeit von J. König, Hasenbäumer und Haßler über die „Bestimmung der Kolloide im Ackerboden" (131) hingewiesen. Auch die Ausführungen von Gedroiz (77) über adsorptiv gesättigte und nicht gesättigte Böden verdienen in mehrfacher Hinsicht Beachtung seitens der Bodenbakteriologen. Der von Baumann und Gully (7) vertretenen Ansicht, daß die bisher den sogenannten „Humussäuren" zugeschriebenen Wirkungen lediglich Kolloid-Reaktionen seien, ist besonders von Rindell (229) sowie von Tacke und Süchting (288) entschieden entgegengetreten worden. Es ist ferner aus den umfangreichen Untersuchungen Schreiners und seiner Mitarbeiter (246 bis 251, 258), denen es gelang ca. 60% des im Boden in organischer Bindung vorhandenen Kohlenstoffs auf bestimmte Substanzen zurückzuführen, in Übereinstimmung mit früheren Er-

mittlungen zu entnehmen, daß mit allerhand organischen Säuren im Boden zu rechnen ist; die Kohlensäure kommt jedenfalls nicht allein in Frage, wie dies u. a. auch von Endell (55) angenommen wurde. Jodidi (112, 113) sowie Robinson (233) haben sich erneut mit der Art der im Boden vorhandenen N-Verbindungen beschäftigt und sind dabei im allgemeinen zu mit den früher erlangten Befunden übereinstimmenden Ergebnissen gekommen. Inwiefern eine von P. Ehrenberg (48) ausgesprochene Vermutung, der zufolge sich der Humus bei saurer Reaktion aus Kohlenhydraten, bei alkalischer dagegen aus Benzolderivaten bilden soll, zu Recht besteht, bleibt abzuwarten. Über einige interessante, zum Auftreten dunkel gefärbter Körper Veranlassung gebender Oxydationsprozesse machte Beijerinck (9) Mitteilung: das Ca-Salz der Chinasäure kann durch verschiedene Bakterien, besonders durch B. fluorescens non liquefaciens und Micr. calco-aceticus, in Protokatechusäure übergeführt werden, deren Bildung bei Anwesenheit von $FeCl_3$ direkt an der zunehmenden Schwärzung verfolgt werden kann; Querzit wird durch verschiedene Varietäten von Pseudomonas aromatica Mig. zu Pyrogallol, und Tyrosin durch Microspira tyrosinatica zu Melanin oxydiert.

In bezug auf die Humuszersetzung ist ebenfalls an erster Stelle auf Ramanns Werk (221) zu verweisen. Die relativ große Resistenz des Tschernosem-Humus wurde von Kalantarian (116) in Übereinstimmung mit älteren Angaben Petersens für verschiedene Schwarzerde-Proben von neuem experimentell festgestellt. Über die ungleiche Zersetzlichkeit der Mikrobensubstanz bringt eine Arbeit von Bürgers, Schermann und F. Schreiber (25) einiges weitere Material. Schreiner, Sullivan und Reid (252, 253) haben die von den Pflanzenwurzeln bewirkte Oxydation zum Gegenstand spezieller Studien gemacht. Daß der Humus für Bodenorganismen unter Umständen als wichtige C-Quelle fungieren kann, geht wie aus den bereits mitgeteilten Beobachtungen von Christensen über Harnstoffzersetzung und von Söhngen über Denitrifikation in Humat-Lösungen auch aus einigen gelegentlichen Feststellungen von Heinze (97) sowie von Remy und Rösing (228) über Stickstoff-Fixierung hervor. Die außer von den zuletzt genannten Autoren besonders von Kaserer (119, 122, 123) mehrfach erörterte Frage nach der Bedeutung der in den natürlichen Humuskörpern enthaltenen mineralischen Bestandteile, von denen das Eisen wohl an erster Stelle zu nennen ist, verdient namentlich bei der Durchführung von Experimenten in künstlichen Substraten entschieden volle Beachtung.

Für die zahlreichen, und nicht immer korrekt bezeichneten Stickstoff-Umsetzungen hat J. G. Lipman (168) eine einheitliche Terminologie zu schaffen versucht, der indessen gleichfalls einige nicht unerhebliche Mängel anhaften, über die ich mich in einem im 34. Bande des „Zentralblatt für Bakteriologie, II. Abt.“ (S. 275) erschienenen kritischen Referate jener Arbeit ausgesprochen habe. Die Ammoniakbildung aus Pepton und anderen organischen Substanzen, speziell aus den verschiedenen Handelsdüngern tierischer

Herkunft sowie aus Gründüngungspflanzen, ist von J. Lipman, P. E. Brown und Owen (169—171), Remy und Rösing (227) sowie von Stern (271) und Bönisch (14) weiter bearbeitet worden. Die zuerst genannten Autoren studierten insbesondere den meist deutlich hemmenden Einfluß von Zusätzen löslicher und unlöslicher Kohlenhydrate, die Förderung der Ammoniakbildung durch Erhöhung der Erdfeuchtigkeit sowie durch Beigabe von Mono- und Di-Kalziumphosphat; wurden die verschiedenen Düngerarten in mit Erde gefüllten Bechergläsern der Ammoniakbildung, z. T. auch der Nitrifikation überlassen, so lieferten die so erhaltenen Umsetzungswerte ziemlich gute Anhaltspunkte für die Erklärung der oft sehr weit differierenden Düngerwirkung im Vegetationsversuch. Daß entgegen einer noch weit verbreiteten Annahme die Ammoniakbildung durch Luftabschluß nur in relativ seltenen Fällen gefördert, nicht selten dagegen entschieden benachteiligt wird, geht sowohl aus Remys Versuchen wie aus den von Stern und Bönisch erlangten Resultaten mit voller Deutlichkeit hervor. In den Arbeiten der beiden zuletzt genannten Autoren finden sich auch Angaben über die Ammoniakbildung durch Reinkulturen verschiedener Bakterien und Pilze. Für die erste, bis zum Harnstoff führende Phase des Cyanamidabbaues sind, wie besonders durch Ulpiani (294) sowie durch Reis, Stutzer und Söll (222, 223, 283, 284) festgestellt wurde, anorganische sowie namentlich organische Bodenbestandteile, vorwiegend kolloider Natur, verantwortlich zu machen. Die von Kappen (117, 118) sehr hoch eingeschätzte Mitwirkung von Schimmelpilzen scheint praktisch bedeutungslos zu sein, denn, wie insbesondere von Henschel (98) nachgewiesen wurde, setzen trocken sterilisierte Erden das Cyanamid eher etwas rascher um, als dies der nicht sterilisierte Boden tut. Die zweite Phase, die Ammoniakbildung, kommt aber im sterilisierten Substrat, entgegen anderslautenden Behauptungen Ulpianis und Stutzers, nie zur Erscheinung. Übrigens können vorläufig noch unbekannte und bisher nicht genügend beachtete Nebenreaktionen mitunter auch in sterilisierter Erde eine nicht unwesentliche Rolle spielen (98).

H. Fischer (64) hat geglaubt, unter Außerachtlassung aller dieser Annahme entgegenstehenden Tatsachen, die Nitrifikation „nicht eben als unbedingt nützlich“ hinstellen zu dürfen, nur durch CO_2-Assimilation sollen die nitrifizierenden Organismen eventuell vorteilhaft wirken (!). Ähnlich leicht hat es sich Mooser (195) mit seiner Angabe gemacht, daß die Salpeterbildung unter natürlichen Bedingungen kaum oder überhaupt nicht infolge Bakterientätigkeit zustande komme; es ist hier auf die kritischen Anmerkungen Vogels in dessen im 32. Bande der II. Abteilung des „Centralblattes für Bakteriologie“, S. 252, erschienenen Referat jener Arbeit zu verweisen. Keiner besonderen Widerlegung scheint mir ferner auch die von Mazé (185) neuerdings wieder aufgegriffene Behauptung zu bedürfen, derzufolge die verschiedensten Bakterien in nitratfreien Substraten salpetrige Säure bilden könnten, sogar in destilliertem Wasser unter Luftabschluß (!). Stevens und Withers (272) teilten mit, daß in Nord-Carolina ziemlich

häufig nicht nitrifizierende Böden anzutreffen seien, die sich trotzdem als fruchtbar erwiesen. Zweifellos muß dieses auffällige Resultat vorwiegend oder allein den nicht näher angegebenen Versuchsbedingungen zugeschrieben werden. Kellermann und Robinson (128) fanden in Erdproben derselben Herkunft ganz allgemein nitrifizierende Organismen. Außerdem ist es nicht uninteressant, aus der Arbeit der zuerst genannten Autoren entnehmen zu können, daß, sofern Differenzen bei den in Erde und in Lösung durchgeführten Prüfungen hervortraten, in Erde nur 4mal, in der Lösung dagegen 7mal positive Resultate erlangt wurden. Für die prinzipielle Überlegenheit des Erdversuches sprechen diese, auch von H. Fischer u. a. oft in Anspruch genommenen Feststellungen demnach wohl kaum. Daß bei sorgfältigerer Versuchsanstellung und bei nicht zu großer Differenz im Bodenreichtum ein ziemlich weitgehender Parallelismus zwischen Intensität der Salpeterbildung und Produktivität der betreffenden Erden deutlich erkennbar ist, wurde von Vogel (296) erneut nachgewiesen. Desgleichen ist von verschiedenen Seiten (64, 97, 132, 169, 273) weiteres Material zur Frage nach der je nach den obwaltenden Umständen schädlichen oder unschädlichen Wirkung organischer Substanzen beigebracht worden. Speziell wurde die Förderung der Nitrifikation durch die in Moor und Schwarzerde enthaltenen Humussubstanzen mehrfach bestätigt (107, 116); dem widerspricht nicht, daß manche saure Torfböden keine Salpeterbildung zeigen (112). Auch die nicht minder zahlreichen Untersuchungen über den Verlauf der Nitrifikation speziell unter dem Einfluß der Jahreszeit (111, 134, 196, 213, 296) bringen in der Hauptsache Bestätigungen älterer Befunde, so daß sich nunmehr in dieser Hinsicht ein ziemlich lückenloses Bild ergibt. Wie bei anderen Stickstoff-Umsetzungen ist demnach bei der Nitrifikation ebenfalls als Regel mit einem Frühjahrs- und einem Herbstmaximum zu rechnen. Die Ursache des Abfalls im Sommer bleibt noch zu erforschen; verschiedene Anzeichen sprechen für eine Intervention von Protozoen. E. de Kruijff (147) fand, daß auch in den Tropen bei 45° C keine Salpeterbildung stattfindet. Übrigens scheint es sich gerade in den in der Äquatorialzone besonders verbreiteten und nicht selten recht stickstoffreichen Lateritböden oft um relativ schwierig nitrifizierbare Substanzen zu handeln (50). Sehr eigenartige Verhältnisse bieten die von Headden (94, 95) und Sackett (240) genauer untersuchten Salpetererden von Colorado dar. Allem Anschein nach handelt es sich hier um eine auffallend intensive Bindung und Nitrifizierung des Luftstickstoffs, die den Salpetergehalt der Böden bis zu 6,5 % ansteigen läßt und dadurch zu vollständigem Absterben aller Kulturpflanzen Veranlassung gibt. Über die unter gewissen, der Nitrifikation nachteiligen Bedingungen mitunter zu beträchtlicher Höhe ansteigenden Stickstoffverluste haben sich Müntz und Lainé (197, 198) im Anschluß an frühere Arbeiten weiter verbreitet. Ebensowenig wie diese vermögen jedoch auch die von A. Koch (134) bei sehr großen Ammoniakgaben und mittels der wenig genauen Gesamtstickstoff-Bestimmungen gefundenen Verlustzahlen die vollkommen feststehende Tatsache zu

erschüttern, daß bei regulärem Ablauf der Nitrifikation im Boden keine Stickstoff-Verluste auftreten.

Über die Assimilation von Ammon und Nitrat durch Pilze haben neuerdings Hagem (92) und G. E. Ritter (231) gearbeitet. Daß beide Prozesse, vor allem der zuerst genannte, unter Umständen auch für die Vorgänge im Boden eine erhebliche Bedeutung gewinnen können, ist gleichfalls von verschiedenen Seiten von neuem erwiesen worden (62, 137, 157, 282, 300). Daß Vogel (297) in beiden Richtungen negative Resultate erhielt, ist sicherlich auf die Versuchsbedingungen, speziell auf die unzureichende Lüftung in den benutzten Gefäßen zurückzuführen; weitere Versuche, in denen auf dieses Moment Rücksicht genommen werden soll, wurden in Aussicht gestellt. In bezug auf die Größe und die Ursachen der im Boden mitunter wahrnehmbaren scheinbaren oder wirklichen Stickstoffverluste haben die in den letzten Jahren veröffentlichten einschlägigen Arbeiten (5, 62, 137, 197—199) gleichfalls in Übereinstimmung mit älteren Beobachtungen gezeigt, daß bei nicht sehr abnormen Bedingungen die Denitrifikation gegenüber der Nitratassimilation entschieden zurücksteht, aber mitunter wohl auch in der Erde wie im Dünger mit anderen, bisher noch nicht genügend erforschten Möglichkeiten anderweiter Stickstoffentbindung gerechnet werden muß (62, 197, 276).

Die oft widerlegte Hypothese der Befähigung aller grünen Pflanzen zur Bindung des elementaren Stickstoffs wurde durch Kövessi (141) nochmals, speziell gegenüber den anderslautenden Angaben Jamiesons, mit vollkommen negativem Resultat experimentell bearbeitet. Andererseits ist sie von Mameli und Pollacci (178—180) von neuem proklamiert worden; zur vollkommenen Sterilisation der Pflanzen wurde hierbei eine oberflächliche Behandlung mit Wasserstoffsuperoxyd als ausreichend erachtet usw. Einen ähnlichen Standpunkt nimmt ferner Briosi (27) ein, der sich jedoch wesentlich vorsichtiger ausdrückt und insbesondere ein verschiedenes Verhalten der differenten Pflanzenarten annimmt. Stickstoffbindung durch Senf wurde neuerdings auch von Lemmermann (156) sowie von Pfeiffer (215) vermutet. Daß in der Tat verschiedene Nichtleguminosen, allerdings stets nur in Symbiose mit Bakterien, den Luftstickstoff sich nutzbar zu machen imstande sind, wurde von Kellerman (125) speziell für eine Reihe nordamerikanischer Gewächse nachgewiesen; zugleich wurde der für Gebiete mit extensiver Kultur entschieden beachtenswerte Vorschlag gemacht, derartige stickstoffsammelnde Pflanzen mehr als bisher zur Anreicherung des Bodens heranzuziehen. Sehr interessant ist fernerhin das von C. von Faber (56) festgestellte Vorkommen stickstoffixierender Bakterien in Blattknoten tropischer Gewächse, speziell von Rubiaceen. Peklo (211) behandelte in einer ausführlichen Arbeit die Knöllchenbildungen von Alnus und Myrica im Vergleich mit den entsprechenden Gebilden der Leguminosenwurzel; nach Ansicht des Verf.s handelt es sich um Aktinomykosen. Die nahe Verwandtschaft bezw. Identität der in den Wurzeln von Myrica und Cycas stickstoff-

fixierenden Organismen mit den Knöllchenbakterien der Leguminosen wurde auch von Bottomley (17, 20) wiederholt betont. In einer sehr seltsamen Veröffentlichung unternahm es dagegen Gage (76) eine angebliche Identität der Salpeter- und der Knöllchenbakterien zu konstruieren; diese sollen den elementaren Stickstoff zu Nitrat umsetzen, das von der Wirtspflanze aufgenommen werde usw. Georgevitch (79) wußte von sporenbildenden Knöllchenbakterien zu berichten. Andererseits hat Zipfel (302) in sehr eingehenden Studien die wirklichen Eigenschaften dieser Organismen nochmals festgestellt, insbesondere gelang es ihm auch, einwandfrei nachzuweisen, daß die Stäbchen peritrich begeißelt sind: die namentlich in der englischen Literatur oft gebrauchte Bezeichnung Pseudomonas radicicola ist also zweifellos nicht richtig. Auf Grund von Agglutinations-Versuchen glaubt Zipfel mehrere Arten von Knöllchenbakterien unterscheiden zu können. Xanthine begünstigten in seinen Versuchen in besonders starkem Maße die Bildung typisch verzweigter Formen. Daß die Leguminosenbakterien sicher befähigt sind, in Reinkultur Stickstoff zu binden, ist ebenfalls von verschiedenen Seiten (19, 73, 89, 119, 120) einwandfrei bestätigt worden; die von einigen Autoren (10, 230) auch in den letzten Jahren dagegen erhobenen Bedenken können demgegenüber kaum noch auf ernstliche Beachtung rechnen. Kellerman (126) machte auf das in den Vereinigten Staaten allem Anschein nach ziemlich häufige Auftreten der „Kronen-Gallen"-Bildung aufmerksam, einer durch Bac. tumefaciens hervorgerufenen pathologischen Erscheinung, die wie andere Pflanzen so auch die Leguminosen befallen und hier eventuell mit der normalen Knöllchenbildung verwechselt werden kann.

Die Stickstoffbindung durch frei im Boden lebende Organismen haben Pfeiffer, Guttmann und Thiel (215) sowie Mitscherlich und Merres (191) erneut durch Ausführung von Erdstickstoffbestimmungen zu erforschen versucht. Die zuerst genannten Autoren berichten von „namhaften Stickstoffgewinnen" und Pfeiffer selbst erklärt, daß der von ihm früher eingenommene prinzipiell ablehnende Standpunkt nicht mehr haltbar sei. Mitscherlich verglich Brach- und Kleeland, in beiden Fällen zeigte der Stickstoffgehalt des Bodens eine innerhalb der Fehlergrenzen liegende Abnahme (in Brache um 3—3,9, unter Klee um 0,7—5,8 %); hieraus wird gefolgert, daß die Brache „Raubbau" darstelle. Der gleiche Schluß hätte allerdings auf Grund des Analysenausfalls auch für den Kleebau gezogen werden können. A. Koch (132) erhielt kräftige Stickstoffbindung in Erde bei Zugabe von Zellulose speziell dann, wenn gleichzeitig Düngerbakterien eingeimpft wurden, durch deren Anwesenheit der Zellulose-Abbau erheblich beschleunigt wurde. Die hierbei entstehende Zellobiose konnte von Azotobacter nicht verwertet werden, sie mußte erst der weiteren Hydrolyse unterliegen (138). Die Stickstoffbindung durch Azotobacter, das übrigens von E. de Kruijff (146) in javanischen Erden und von Hj. v. Feilitzen (58) in schwedischen Mooren nur sehr selten gefunden, und von Prazmowski (220) eingehenden morphologischen und cytologischen Studien unterworfen wurde, ist nach Beobach-

tungen von A. Koch und Seydel (139) in den ersten Tagen wesentlich höher, als bisher aus länger dauernden Versuchsreihen geschlossen wurde; eine dreitägige Kultur assimilierte z. B. pro Gramm Dextrose nicht weniger als 74,97 mg Stickstoff. Hoffmann und Hammer (105) fanden einen Zusatz von je 10 g Quarzsand zu 20 ccm Nährlösung als förderlich; daß nach den von ihnen ausgeführten Prüfungen die Azotobacter-Zellen nur 1,33 bis 2,84 % Stickstoff in der Trockensubstanz enthielten, ist ein von allen bisherigen Ermittlungen sehr stark abweichendes Ergebnis. H. Krzemieniewska (149) machte den Mineralstoffbedarf des Azotobacter zum Gegenstand sorgfältiger Studien. In ähnlicher Richtung bewegten sich z. T. die von Kaserer (119, 120, 122, 123) sowie von Remy und Rösing (228) durchgeführten Untersuchungen, die speziell auch einige Aufklärung über die bereits an anderer Stelle erwähnte, fördernde Wirkung des natürlichen Humus brachten. Omeliansky und Ssewerowa (204) fanden, daß die Bräunung des Azotobacter chroococcum in Leinfaserextrakt besonders rasch vonstatten ging, wenn gleichzeitig Dextrin und Kreide hinzugefügt wurde. In gleichem Sinne wirkt eine Beigabe von Nitrat (240). Daß wie unter den Bakterien so auch unter den Sproß- und Schimmelpilzen die Befähigung zur Bindung des elementaren Stickstoffs ebenfalls recht weit verbreitet ist, wurde durch Heinze und Hoffmann (97), E. de Kruijff (148), Chas. Lipman (163) sowie durch Stahel (270) von neuem bestätigt, der zuletzt genannte Autor hebt besonders in Übereinstimmung mit Ternetz die ökonomische Art der Pilztätigkeit hervor.

Krainsky (144) glaubte sich dahin aussprechen zu müssen, daß dasjenige Verhältnis zwischen C-Verbrauch und N-Bindung, wie es sich nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen herausstellte (d. h. 1 N : 100 C-Verbindung, speziell Zucker), als zu weit erscheine. Aus seinen eigenen und den (wenig sicheren) Versuchen Berthelots errechnet er Relationen von 1 N : 10—46 C. Die höheren, auch von K. erhaltenen Werte würden den bisher angenommenen ungefähr entsprechen, dagegen dürfte das sehr enge Verhältnis von 10 C : 1 N wohl nur als Ausnahme anzusehen sein; eines ähnlichen von Koch und Seydel erhobenen Befundes wurde bereits oben gedacht. Im übrigen kann es dahin gestellt bleiben, ob die von K. mitgeteilten Zahlen als hinreichend exakt erachtet werden dürfen, denn Verf. mißt seinen Versuchen selbst keine ausschlaggebende Bedeutung bei; unter natürlichen Bedingungen soll die Symbiose des Azotobacter mit autotrophen CO_2-Assimilanten eine wichtige Rolle spielen. Die von A. Koch (132) ebenfalls in Erde durchgeführten Versuche ergaben als Maximalgewinn 10 g N pro g Zucker oder Zellulose, desgleichen erhielten Remy und Rösing (228) in Sandkulturen 11—12 mg N pro g Mannit, also mit den von Krainsky zu Unrecht bestrittenen älteren Befunden vollkommen übereinstimmende Werte. Felsinger (62) hat zudem in einer sehr interessanten Arbeit — zunächst allerdings nur für Lösungen — gezeigt, daß eben dieses N-C-Verhältnis darüber entscheidet, ob die N-bindenden oder die N-entbindenden Erdorganismen die

Oberhand gewinnen, oder ob ein Gleichgewicht zwischen beiden Prozessen besteht. Wurde mit mineralischen Stickstoffverbindungen und Dextrose experimentiert, so war Gleichgewicht vorhanden, wenn das Verhältnis N : C = 0,5—1 : 100 war; mehr C bedingte Stickstoff-Bindung, mehr N dagegen Stickstoff-Entbindung. Für die verschiedenen organischen Substanzen ergaben sich naturgemäß differente Werte; die Qualität, vor allem die Löslichkeit der C-Verbindungen, ist von bestimmendem Einfluß. Hoffentlich finden diese Untersuchungen bald die wünschenswerte Fortsetzung. Schon vor einigen Jahren wies ich darauf hin, daß es wohl angebracht sein dürfte, wenn die besonders von Pfeiffer bevorzugten, stets mehr oder minder ungewiß bleibenden und dementsprechend von diesem Autor auch bald in der einen bald in der andern Richtung gedeuteten Erdstickstoff-Analysen durch Bestimmung des Kohlenstoff-Umsatzes auf eine etwas sicherere Basis gebracht werden würden. Von der gegnerischen Seite ist dem vor allem entgegengehalten worden, die Fehlergrenzen seien bei derartigen Bestimmungen zu weit; daß sich dies in der Tat jedoch nicht so verhält, vielmehr recht gut übereinstimmende Resultate erreichbar sind, ist aus einigen von Lemmermann, Aso et al. (155) durchgeführten Untersuchungen mit aller Deutlichkeit zu ersehen. Die Quantität des alljährlich im Acker durch die Erdorganismen fixierten Stickstoffs konnte, nach älteren Beobachtungen, in Übereinstimmung mit den von mir auf rechnerischem Wege ermittelten Grenzwerten (10—40 kg), im Mittel zu etwa 20—30 kg pro ha angegeben werden. In Übereinstimmung hiermit bewegen sich die neuerdings in dieser Richtung von v. Liebenberg (159) und Schneidewind (245) mitgeteilten Zahlen zwischen 19 und 42 kg. Ebenso konnte Nowacki (203) in Gemeinschaft mit Düggeli eine starke Vermehrung stickstoffbindender Bodenorganismen in nicht mit Stickstoff gedüngtem Graslande konstatieren; infolge ihrer Tätigkeit waren längere Zeit hindurch gleichbleibende, wenn auch natürlich nicht so hohe Ernten zu erzielen, als bei Zugabe von Salpeter. Headden (94, 95) und Sackett (240) erstatteten ausführliche Berichte über ein stellenweise in Kolorado sehr nachteilig wirkendes Überhandnehmen stickstofffixierender Mikroben, speziell des Azotobacter chroococcum, das in seinen Ursachen allerdings noch nicht klargelegt wurde. Die übermäßige Anhäufung der leicht zersetzlichen stickstoffreichen Bakterienmassen gibt die Veranlassung zu einer sehr intensiven Nitrifikation, von der schon oben gesprochen wurde; mitunter ist in diesen Erden die Hälfte des insgesamt vorhandenen Stickstoffs als Nitrat zugegen.

Über die Beteiligung von Mikroorganismen an der Umsetzung mineralischer Substanzen wurden in den beiden letzten Jahren ebenfalls eine größere Zahl von Arbeiten veröffentlicht. Mit dem Kreislauf des Phosphors haben sich speziell Perotti (212) sowie Stoklasa (278, 282) beschäftigt. Während namentlich der zuletzt genannte Autor zahlreiche Belege für die Beteiligung von Mikroorganismen an der Aufschließung schwerlöslicher Phosphate beibringen konnte, verliefen die von Remy (226) und Se-

werin (257) in dieser Richtung unternommenen Versuche fast oder völlig ergebnislos. Grazia (87) vertrat von neuem die Ansicht, daß die Phosphatlösung nicht nur durch Säurewirkung, sondern auch unter dem Einfluß eines Enzymes zustande kommen könne. Gedroiz (77, 78) veröffentlichte interessante Beiträge über die aufschließende Wirkung der adsorptiv ungesättigten Erden. Die Überführung der anorganischen P-Verbindungen in organische Form wurden außer von Perotti und Stoklasa auch von Dox (37), Duschetschkin (40) sowie Jegorow (109, 110) etwas eingehender behandelt. Desgleichen beschäftigte sich Dox in Gemeinschaft mit Golding (38) ebenso wie Jegorow mit dem Abbau organischer P-Verbindungen, in erster Linie mit der Zersetzung des Phytins. Kulka (150) nahm die schon mehrfach erörterte Frage nach der Bildung von PH_3 im Fäulnisprozeß erneut in Angriff; Kulturen des Bac. putrificus auf Hirnnährböden gaben exakt (spektroskopisch) festgestellte positive Resultate.

Für die langsame Aufschließung schwer löslicher Kali-Verbindungen, speziell des häufig (61, 102, 145, 214, 219, 244, 287) geprüften Phonoliths sind zweifellos, ähnlich wie bei der Phosphatlösung, Säurewirkungen und Absorptionsvorgänge in weit höherem Grade verantwortlich zu machen als die Tätigkeit der Bodenorganismen. Einige, bisher noch nicht durch genauere Angaben belegte Mitteilungen über eine biologische Absorption des Kali wurden durch Stoklasa (282) publiziert.

Die Eisenbakterien haben durch Molisch (192) eine wertvolle, zusammenfassende Bearbeitung erfahren; sowohl in bezug auf die Diagnostik, wie hinsichtlich der Züchtungsverfahren bringt diese Monographie viele beachtenswerte Einzelheiten. Neue eisenspeichernde Organismen wurden außerdem von Ellis (52) sowie von Lieske (162) beschrieben. In einer anderen Arbeit (161) gelang es dem zuletzt genannten Autor, den Nachweis zu führen, daß zum mindesten bei manchen Arten eine Verwertung des CO_2 aus dem $FeCO_3$ stattfindet; speziell für Leptothrix konnte so je nach der An- oder Abwesenheit tauglicher Fe-Verbindungen ein Wechsel zwischen auto- und heterotropher Lebensweise konstatiert werden, wie er in ähnlicher Weise auch für die zur H-Oxydation befähigten Bakterien festgestellt worden ist. Im Boden kann der Umsatz des Eisens nach Beobachtungen von J. Haas (91) trotz gleicher Erdbeschaffenheit je nach dem vorhandenen Pflanzenbestande deutliche Unterschiede aufweisen; die Verrottung der Wurzeln scheint hierbei einen bestimmenden Einfluß auszuüben.

Die Zahl der bisher aufgestellten Arten von Schwefelbakterien versuchten West und Griffith (299) um eine Hillhousia mirabilis zu vermehren, die indessen als identisch mit Achromatium oxaliferum Schew. zu erachten ist (193). Georgevitch (80) beschrieb einen aus einer serbischen Therme isolierten, nur bei Schwefelzusatz wachsenden Bac. thermophilus vranjensis. Beijerinck und Minkman (9) fanden, daß die Oxydation des S und des H_2S auch unter Zerlegung des N_2O erfolgen kann. Emmerich, Graf zu Leiningen und Loew (53) machten einige Mitteilungen über

Verbreitung und Intensität der Sulfatreduktion in verschiedenen Böden; zwei reduzierende Bakterien (Bact. desulfuricans a und b) wurden isoliert und kurz beschrieben.

Die Einwirkungen der Mikrofauna und der Mikroflora auf die physikalische Beschaffenheit der Erde sind speziell in bezug auf die Lockerung (Krümelung), z. T. aber auch hinsichtlich Verkittung (Verschleimung) der Bodenbestandteile neuerdings besonders von Francé (69), Ramann (221) und E. J. Russell (236) erörtert worden. Ramann weist namentlich auch darauf hin, daß die häufig wiederkehrende, noch kürzlich von Stoklasa (281) vertretene Annahme, derzufolge die im Boden entstehende CO_2 lockernd wirken soll, schon deshalb nicht haltbar erscheint, weil, sofern es sich nicht um anaerobe Prozesse handelt, stets die Volumina des zur Umsetzung verbrauchten Sauerstoffs und der entstehenden Kohlensäure einander gleich sind. Für die Dunkelfärbung fruchtbarer Erden glauben Omeliansky und Ssewerowa (204) Azotobacter chroococcum teilweise verantwortlich machen zu sollen. Daß in der Tat diese Organismen ausnahmsweise, dann aber keineswegs zum Vorteil der Bodenqualität, derart überhand nehmen können, daß die braune Farbe des Erdreichs durch ihr Vorkommen bedingt ist, scheint durch die Arbeiten von Headden (94, 95) und Sackett (240) erwiesen zu sein. Diese Verhältnisse weichen jedoch von den normalen durchaus ab; selbst mehrere Millionen der braunen Azotobacter-Zellen können m. E. für das bloße Auge gegenüber der in guter Acker- und Wiesenerde relativ sehr großen Menge sonstiger dunkelfarbiger Erdbestandteile nicht in Betracht kommen.

C. Die Beeinflussung der Tätigkeit der Bodenorganismen.

Den Einfluß der Bodenbearbeitung auf Keimzahl, Gasbildung aus Zucker, Ammoniakbildung und Nitratreduktion studierten King und Doryland (130) nach z. T. entschieden nicht einwandfreien Methoden. Die Förderung der CO_2-Produktion durch Zerkleinerung und Lüftung stellte Hesselink van Suchtelen (101) von neuem fest; eine Sättigung der Wasserkapazität des Bodens zu 50—80 % erwies sich auch für diesen Prozeß als Optimum, Frost wirkte hemmend, doch nicht völlig sistierend. Remy und Rösing (228) zeigten, daß der bei reichlichem Luftzutritt entstehende Humus die Azotobacter-Tätigkeit wesentlich mehr begünstigte als das bei fester Lagerung aus dem gleichen Ausgangsmaterial (Rinderdünger) erhaltene Material. Desgleichen konstatierten die genannten Autoren (227) in stärker gelüfteter Erde eine lebhaftere Zersetzung des Peptons.

Die sehr beträchtliche Erhöhung der Bakterientätigkeit und der Bodenfruchtbarkeit, die nicht selten als Folge einer vorübergehenden starken Austrocknung der Erde wahrzunehmen ist, führten E. J. Russell und Hutchinson (238) in erster Linie auf das hierdurch bedingte teilweise Absterben der die Bakterien vernichtenden Protozoen zurück. Für die in den Tropen stellenweise ebenfalls zur Hebung der Bodenfruchtbarkeit nutzbar

gemachte intensive Bestrahlung durch die Sonne scheinen die gleichen Ursachen in Betracht zu kommen (106). Greig-Smith (88) glaubt zwar in beiden Fällen eine Zerstörung der Bodentoxine zur Erklärung heranziehen zu müssen, doch hat E. J. Russell inzwischen seiner zweifelsohne sehr beachtenswerten Theorie auch insofern eine weitere Stütze verliehen, als er in Gemeinschaft mit Golding (237) nachweisen konnte, daß, wie zu erwarten war, bei lange fortgesetzter Berieselung des Landes die Protozoen stark überhand nehmen, die Bakterientätigkeit sehr zurückgeht und eine Art von „Bodenmüdigkeit“ eintritt.

Die Abhängigkeit der Bakterientätigkeit vom Düngungszustande des Bodens hat Dzierzbicki (42) in verschiedenen Richtungen, speziell in bezug auf die Azotobacter-Entwicklung und die Peptonzersetzung weiter verfolgt. Christensen veröffentlichte umfangreiches in Gemeinschaft mit Larsen (29) gesammeltes Beweismaterial zur Sicherung des von ihm in Vorschlag gebrachten Verfahrens, die Stärke des Azotobacter-Wachstums als Reaktion auf das Kalkbedürfnis der verschiedenen Erden zu benutzen. Hj. v. Feilitzen (58) fand die Methode bei der Untersuchung von Moorproben nicht zuverlässig. J. C. Temple (291) beschäftigte sich etwas eingehender mit der durch eine Düngung mit Stallmist hervorgerufenen Erhöhung der Keimzahl, der Ammoniakbildung und der Nitrifikation des Bodens. Jegorow (109) wies nach, daß der Gehalt des Stalldüngers an Pentosanen und Rohfaser auch die Wirkung der verschiedenen P-haltigen Düngemittel weitgehend beeinflussen kann. Junghanns (115) sah einen deutlich günstigen Effekt einer voraufgegangenen Stallmistdüngung auf die Ausbildung der Wurzelknöllchen an den später auf dem Felde angebauten Leguminosen. In den von Schneidewind, Meyer und Münter (245) durchgeführten Versuchen wirkte Stroh, noch mehr aber Torf entschieden fördernd auf die im Boden verlaufende Stickstoffbindung ein. F. S. Marr (183) erhielt in mit Stroh oder Zucker versetzten Gefäßen teils Gewinne, teils Verluste an Stickstoff. Felsinger (62) versuchte diese ziemlich unwahrscheinlichen Resultate an der Hand seiner oben erörterten Theorie über das N-C-Gleichgewicht zu erklären; indessen ist zu beachten, daß in den Versuchen Marrs angeblich der Erdstickstoff unter gleichen Bedingungen z. B. sowohl um 0,106 % zu-, wie auch um 0,100 % abnahm. J. Vogel (296) gelang es, die nitrifikationshemmende und Nitratassimilation fördernde Wirkung der Strohdüngung zur Konservierung des Erdstickstoffs nutzbar zu machen; eine schwache Strohdüngung kann infolgedessen, insbesondere auch durch Ausschaltung einer Luxuskonsumtion an Stickstoff, zu einer Steigerung der Erträge führen. Die an sich ja schon meist nicht bedeutende Ausnutzung des Gründüngerstickstoffs wird naturgemäß durch eine Strohzugabe noch merklich vermindert (276). Ebenso begünstigt nach Duschetschkin (40) ein Zusatz von Stärke die Assimilation der Phosphate durch Erdorganismen.

Die Wirkung des Kalkes in seinen verschiedenen Formen ist in einer ganzen Reihe von Arbeiten mehr oder minder ausführlich behandelt. Die

Keimzahl steigt mitunter sehr bedeutend an (158); die Zersetzung des Humus (292) sowie dessen das Azotobacter-Wachstum begünstigende Verhalten (228) werden ebenso wie die Abnahme des organischen Erdstickstoffs (156) und der Abbau der in der Gründüngung sowie im Stallmist enthaltenen C-Verbindungen durch Kalkung begünstigt. Für die Ammoniakbildung und die Nitrifikation gilt in der Regel das gleiche (129, 133, 134, 170, 195, 298), $MgCO_3$ wirkt ähnlich, doch kann es in Mg-reichen Böden nachteilig werden (129). Die oben erwähnte abnorme Steigerung der Azotobacter-Entwicklung in den „black alkali soils" bringt Headden (94) ebenfalls mit dem Reichtum dieser Erden an $CaCO_3$ und $CaSO_4$ in Zusammenhang. Mit den Einwirkungen der löslichen Alkali-Verbindungen hat sich Chas. Lipman in mehreren Arbeiten (164, 165) beschäftigt. Die Ammonifikation wurde durch kleine Mengen Na_2CO_3 deutlich gefördert, dagegen durch Na_2SO_4 und noch mehr durch NaCl geschädigt; andererseits wirkten geringe Dosen NaCl und Na_2SO_4 auf die Nitrifikation beschleunigend ein, während sich Na_2CO_3 hier von Nachteil erwies. Entgegen älteren, entgegengesetzt lautenden Befunden Keutners war Fred (74) nicht in der Lage, eine Begünstigung des Azotobacter-Wachstums durch NaCl, auch nicht bei der Meeresform dieses Organismus zu konstatieren. Dagegen konnte allerdings die schon bekannte fördernde Einwirkung einer Zugabe von Kali und Phosphorsäure auf die verschiedenen Arten der Mikrobentätigkeit mehrfach bestätigt werden (betr. CO_2-Bildung: 101, Ammonifikation: 170, 210 und 227, Stickstoffbindung: 97). Daß Thomasmehl der Entwicklung von Azotobacter zuträglicher ist als Superphosphat, kann sowohl in dem sauren Charakter der zuletzt genannten Verbindung wie auch in dem Eisengehalt der Thomasschlacke begründet sein (210, 228). Nach Hiltner (102) begünstigt der obenauf gestreute Phonolith bei Anwesenheit organischer Stoffe im Boden, wie es scheint, durch seinen Gehalt an Silikaten, die Entwicklung und das Stickstoffsammlungsvermögen der luftbedürftigen stickstoffbindenden Bakterien in hohem Maße. Einige für eine ähnliche Nebenwirkung des Kalktraß-Düngers sprechende Resultate erhielt Remy (224, 225). Dagegen endeten die von Popp (219) in dieser Richtung unternommenen Versuche resultatlos.

In bezug auf die verschiedenen Stickstoffdünger ist zu bemerken, daß Hesselink van Suchtelen (101) eine deutliche Steigerung der CO_2-Produktion infolge einer Beigabe von $(NH_4)_2SO_4$ eintreten sah, Peck (210) von einer Hemmung, Lipman (171) und Fischer (64) dagegen von einer Förderung der Ammoniakbildung aus organischen Substanzen bei $NaNO_3$-Zusatz berichteten. Gleichzeitig machte der zuletzt genannte Autor Mitteilung von einer sehr markanten Beschleunigung der Nitrifikation durch eine Blutmehldüngung. Sackett (240) stellte fest, daß die Azotobacter-Entwicklung erst durch sehr große Mengen Nitrat geschädigt wird. Pfeiffer (215) ist es „unmöglich anzunehmen, daß eine Ammoniakdüngung das Stickstoffsammlungsvermögen stärker zu beeinträchtigen vermöchte, als die gleiche Nitratgabe"; auf die bekannte Tatsache, daß der physiologisch

saure bezw. basische Charakter der in Betracht kommenden Substanzen hier wie in anderen Fällen von erheblichem Einflusse ist, wird gar nicht Rücksicht genommen.

Die Einwirkung der Benutzung des Landes auf dessen Mikrobenbestand ist speziell mit Rücksicht auf die Brache mehrfach erörtert worden. Bei der Betrachtung der hierbei erzielten Resultate darf allerdings nie außer acht gelassen werden, daß bei den meisten dieser Untersuchungen die Art der „Brache“ sehr weit von dem abweicht, was man in der landwirtschaftlichen Praxis hierunter versteht. Wenn der Praktiker einem wenig tätigen Boden durch zeitweilige Nichtbenutzung und zweckentsprechende Bearbeitung erhöhte Tätigkeit und infolgedessen gesteigerte Fruchtbarkeit zu verleihen sucht, so ist dies naturgemäß etwas wesentlich anderes, als wenn etwa ein Stück reiches, in hoher Kultur befindliches Gartenland immer von neuem umgegraben und lange Zeit, mitunter dauernd ohne Pflanzendecke gelassen wird. Aus derart angelegten Versuchen gezogene Folgerungen wie „die Brache bedingt unter allen Umständen einen forcierten Raubbau an Bodenstickstoff“ entbehren schon aus diesem Grunde einer zureichenden Begründung, ganz abgesehen von den auch sonst noch oft vorhandenen Mängeln der Beweisführung. Über hierher gehörige Versuche Mitscherlichs (191) wurde schon oben referiert. Zu den in Schlesien durchgeführten Feldversuchen wurde ebenfalls so reicher Boden ausgewählt, daß der Brachweizen durch den Stickstoffüberfluß ernstlich geschädigt wurde (46). Auch die Parzellenversuche in Lauchstädt (245) gelangten auf reichem, sehr tätigem Lande zur Ausführung, die sogenannte „Brache“ wurde hier seit 1908 nicht bestellt (!), gleichwohl werden die Resultate auch in diesem Falle jener irrigen Schlußfolgerung dienstbar gemacht. Über Vorkommen und Tätigkeit der Erdorganismen unter verschiedenen Früchten liegen aus den letzten Jahren von mehreren Seiten (23, 97, 111, 156, 175, 176, 215, 274, 275) Mitteilungen vor; daß diese z. T. wenig übereinstimmen, kann im Hinblick auf die besonders komplizierte Natur der zu lösenden Fragen nicht wundernehmen. Mit der oft beobachteten, neuerdings von Pilz (218) allerdings bestrittenen, gegenseitigen Förderung der im Gemenge angebauten Klee- und Graspflanzen beschäftigten sich Kaserer (121), J. G. Lipman (167) sowie Tacke (286) etwas eingehender; der zuletzt genannte Autor zieht Hiltners Hypothese der „Rhizosphäre“ zur Erklärung heran. Ebenso führt Dachmowski (34) die schädigende Wirkung der Unkräuter auf eine von ihnen ausgehende nachteilige Beeinflussung der Bodenflora zurück. Mit den eventuell hierbei in Frage kommenden Wurzelausscheidungen beschäftigten sich in letzter Zeit insbesondere André (2), Brocq-Rousseu und Gain (22), Mazé (184, 187), sowie Schreiner und Sullivan (252).

Die früher fast gar nicht versuchte direkte Beeinflussung der Bodenflora mit Hilfe physikalischer Methoden ist neuerdings in der englischen Literatur vielfach diskutiert worden, meist im Anschluß an den durch Russell und Hutchinson (238) geführten Nachweis der partiellen Abtötung

der Protozoen beim Erhitzen der Erde. Sowohl das in englischen Gärtnereien übliche Dämpfen der Erde (41) wie der in einigen Gebieten Indiens gebräuchliche, als „Rab“ bezeichnete Prozeß des Bodenbrennens (182, 235) kommen hier in Betracht. Neben der Protozoen-Theorie hat auch die Hypothese von der Zerstörung der Bodentoxine verschiedene Vertreter gefunden (65, 66, 88). Die zur chemischen Beeinflussung benutzten bereits recht zahlreichen Mittel sind wieder um einige vermehrt worden, und zwar um Borsäure (1), Chlorkalk und Kaliumpermanganat (54), Chrom (140) und Cyankalium (181). Die teils fördernde, teils hemmende Einwirkung des Zinks auf das Ergebnis der in Zink-Vegetationsgefäßen durchgeführten Versuche hat Ehrenberg (47) ausführlich diskutiert. Von den verschiedenen Erklärungsmöglichkeiten in bezug auf die spezifische Einwirkung der in Rede stehenden Substanzen ist der direkt auf die grünen Pflanzen ausgeübte Reiz besonders von Finzi (63), A. Koch (135), Montemartini (194), Nazari (200) und Stoklasa (279, 280) stark betont worden. Maaßen und Behn (177) sahen in Übereinstimmung mit ihren früheren Befunden nur im sterilisierten Glassand, nicht in sterilisierter Ackererde eine fördernde Wirkung des Schwefelkohlenstoffs. Sjollema (262) sowie Schreiner, Sullivan und Reid (253) legen der durch eine Mangandüngung verursachten Beschleunigung der im Boden verlaufenden Oxydationsprozesse besondere Bedeutung bei. Nach Fletchers Ansicht (65) ist die Zerstörung der Toxine das wesentlichste. Während es nach A. Koch (135) „ausgeschlossen“ sei, daß eine Erhöhung der Nitrifikation, Luftstickstoffbindung, Bodenstickstoffaufschließung usw. in Frage komme, haben Hesselink van Suchtelen (101) und Fred (74) Vermehrung der Gesamtkeimzahl, Beschleunigung der CO_2-Produktion, der Nitrifikation und der Stickstoffbindung konstatiert, ganz in Übereinstimmung mit älteren und neueren Befunden (97, 210, 237, 238). Greig-Smith (88) betonte speziell die von manchen der hier in Frage kommenden Mittel bewirkte Lösung der im Boden vorhandenen fett- und wachsartigen Substanzen, deren Entfernung die Zersetzung der organischen Stoffe wesentlich rascher vonstatten gehen lasse. Der Abtötung bezw. Verminderung schädlich wirkender Erdmikroben wird naturgemäß gleichfalls wiederholt Erwähnung getan (53, 54, 173, 174, 237, 238).

Die als Impfung des Bodens zu bewertende spezifische Wirkung des Stallmistes ist von v. Liebenberg (159) erneut als sehr wichtig hingestellt worden. Bei von Temple (291) durchgeführten Versuchen war der Dünger namentlich als Träger nitrifizierender Bakterien von Bedeutung, während die Steigerung der Keimzahl sowie die Erhöhung der Ammoniakbildung im Boden auch bei der Verwendung sterilisierten Materials deutlich, z. T. sogar besonders stark bemerkbar wurde. Nach Feststellungen A. Kochs (132) kann der Dünger als Träger einer sehr wirksamen Flora von Zellulosezersetzern bedeutungsvoll werden; der günstige Einfluß einer Beigabe von Stallmist zur Gründüngung wird auf diesen Umstand zurückgeführt. Im Gegensatz zu dieser Auffassung wie auch zu dem vom Erfinder jener Me-

thode (Kette) angestrebten Zweck (Beschleunigung und Verstärkung der Gründüngerwirkung) sieht Ehrenberg (45) den Nutzen der Mistbeidüngung in einer Festlegung des Gründünger-Stickstoffs durch Pilze. Lemmermann, Aso et al. (155) stehen auf einem ähnlichen Standpunkt, da bei ihren Versuchen der Stallmist die Zersetzung nicht förderte, sondern mäßigte.

Zur Leguminosenimpfung bewährte sich das Nitragin teils gut (24, 242), teils schlecht (57, 60, 261), z. T. ergaben sich im einzelnen differierende Resultate (30, 83, 269). Speziell fand v. Feilitzen (57) wiederum den Gebrauch von Impferde wesentlich vorteilhafter. Kellerman (126) warnt vor dieser Methode, sofern in dem betreffenden Gebiet der Kronengallen-Organismus häufiger auftritt. Simon (261) weist darauf hin, daß zwischen dem gut wirkenden Nitragin aus Hiltners Laboratorium und dem schlecht wirkenden gleichnamigen Produkt aus den Agrikulturwerken A. Kühns scharf unterschieden werden müsse. Die von Hiltner (103) zur Sicherung und Steigerung der Nitraginwirkung versuchsweise in Anwendung gebrachten „Beibakterien“ bewährten sich bei einer von v. Feilitzen (60) vorgenommenen Nachprüfung nicht. Unter der Bezeichnung „Multicreszenz“ wurde von dem biologisch-chemischen Laboratorium G. Wick in Bonn ein Impfstoff in den Handel gebracht, der Teichinger (290) einen mäßigen Erfolg lieferte. Über die Herstellung und Wirkung des Azotogens berichteten v. Feilitzen (60) und Simon (259—261). Löhnis und Suzuki (172) fanden den Keimgehalt dieses Präparates weit größer und reiner als den des Nitragins Kühn. Für die zweckmäßigste Verwendung der vom Agricultural Department der nordamerikanischen Union unentgeltlich zur Verfügung gestellten Kulturen gab Kellerman (124) ausführliche Ratschläge. Die von der kanadischen Versuchsstation Ontario verteilten Impfstoffe lieferten nach den von Edwards (43, 44) gesammelten Berichten in vielen Fällen ansehnliche Ertragssteigerungen. Ein anderes amerikanisches Präparat, „Farmogerm“ genannt, wurde von J. G. Lipman (166) mit gutem, von de Ruyter de Wildt und Mol (239) dagegen mit nicht befriedigendem Erfolge geprüft. Sowohl die amerikanischen Impfstoffe wie auch das Azotogen wurden von Hiltner (104) als „Nachahmungen“ des Nitragin bekämpft, obwohl weder die Verwendung von Reinkulturen zur Leguminosenimpfung noch auch die (schon vorher in Amerika übliche) Lieferung des Impfstoffs in flüssiger Form als etwas dem Nitragin Besonderes anzusehen ist, und andererseits das Azotogen in allen wesentlichen Punkten sowohl in bezug auf Herstellung wie Eigenschaften von jenem Präparat grundsätzlich differiert. Dagegen präsentiert sich allerdings die neuerdings von den Agrikulturwerken (A. Kühn) in den Handel gebrachte „Nitragin-Erde“ ohne weiteres als „Nachahmung“ des Azotogen. Über die sehr ungleichen, und teilweise exorbitant hohen Preise der verschiedenen Impfstoffe orientiert eine von Simon (261) gegebene Zusammenstellung. Wegen der Nitragin-Azotogen-Streitigkeiten ist auch auf einen Aufsatz Drudes (39) zu verweisen. Bottomleys „Nitrobacterine“ wurde von Grabner (85) mit gutem, von Dojarenko (35)

dagegen ebenso wie Moores „Nitroculture" mit wenig befriedigendem Erfolg zur Leguminosen-Impfung benutzt.

Die Impfung von Nichtleguminosen mit Azotobacter und Knöllchenbakterien lieferte Bottomley (17) und Stoklasa (277) wie früher, so auch in den letzten Jahren sehr günstige Resultate; in einigen von Ashby (3) angestellten Versuchen versagte Bottomleys Präparat vollständig. Ein mit Azotobacter, Knöllchenbakterien und anderen Arten infiziertes, durch U. S. A. Pat. 1002248 geschütztes Humuspräparat empfiehlt die C. Ellis, Montclair and Ellis-Forster Co. in New Jersey zur Impfung bezw. Anreicherung des Bodens (51). Hiltner (103) teilt mit, daß er sowohl für die Verwendung von „Beibakterien" zur Leguminosenimpfung wie auch für die Impfung aller Nichtleguminosen gesetzlichen Schutz beantragt habe. Doch ist bereits am 17. IV. 1910 das von Bottomley in Vorschlag gebrachte Verfahren der Impfung von Nichtleguminosen unter Nr. 228591 für Deutschland patentiert worden (18).

Bibliographie.

1) Agulhon, H., Compt. rend. Acad. Paris **150**, 1910, S. 288—291.
2) André, G., Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 965—967.
3) Ashby, S. F., Bull. Dept. Agric. Jamaica [N. S.] **1**, 1909, S. 92—96, ref. Experim. Stat. Record **22**, S. 123.
4) Aso, K. und Nishimura, S., Journ. Coll. Agric. Tokyo, **1**, 1909, S. 145—151, ref. Jahresber. Agrik. Chemie **52**, S. 97.
5) Bartels, A., Journ. f. Landw. **58**, 1910, S. 143—198.
6) Barthel, Chr., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909/10, S. 108—125.
7) Baumann, A. und Gully, E., Mitt. bayr. Moor-Versuchsanstalt **4**, 1910, S. 31 bis 156, m. 1 Taf., ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, S. 270.
8) Beijerinck, M. W., Kon. Akad. Amsterdam, Wis- en Natuurk. Afd, **19**, 1911, S. 1092—1103.
9) — und Minkman, D. C. J., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909, S. 30—63, m. 1 Taf. und 4 Textfig.
10) Behrens, J., Jahrb. d. Deutsch. Landw. Gesellsch. **26**, 1911, S. 19—31.
11) Berger, F. und Tsuchiya, J., Zeitschr. f. exp. Pathol. **7**, 1909, S. 437—441.
12) Berthelot, A. et Bertrand, D. M., Compt. rend. Soc. Biol. **71**, 1911, S. 232, ref. Bull. Inst. Pasteur **9**, S. 832.
13) Bertrand, G. et Javillier, M., Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 900—902.
14) Bönisch, E., Zersetzung und Wirkung organischer Stickstoffdünger, Diss. phil. Leipzig, 1911.
15) Bohtz, H., Arb. a. d. Kais. Gesundh.-Amt **33**, 1910, S. 313—360.
16) Bokorny, Th., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 53—64.
17) Bottomley, W. B., Proceed. Roy. Soc. London [B] **81**, 1909, S. 287—289, Orig.-Ref. Centralbl. f. Bakt. **25**, S. 270—272.
18) —, Chemiker-Ztg. Rep. **34**, 1910, S. 614.
19) —, Proceed. Roy. Soc. London [B] **82**, 1910, S. 627—629, ref. Chem. Centralbl. 1910, II, S. 1495.
20) —, Proceed. Roy. Soc. London [B] **84**, 1911, S. 215—216, ref. Chem. Centralbl. 1911, II, S. 1362.

21) Briosi, G., Rendic. Accad. Roma [5] **19**, 1910, I, S. 501, ref. Centralbl. f. Agric. Chemie **40**, S. 314.
22) Brocq-Rousseu et Gain, E., Compt. rend. Acad. Paris **150**, 1910, S. 1610 f.
23) Brown, B. E., McIntire, W. H. et al., Pennsylvania Agric. Exp. Station Report 1910, S. 47—129, ref. Experim. Stat. Record **25**, S. 820.
24) Brux, K., Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **9**, 1911, S. 35, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, S. 262.
25) Bürgers, Schermann und Schreiber, F., Zeitschr. f. Hyg. **70**, 1911, S. 121 bis 128.
26) Carbone, D., Boll. Soc. med. chir. Pavia, Sitzg. v. 14. I., 13. V. 1910 und 1. IV. 1911.
27) Christensen, H. R., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 336—362.
28) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 449—451.
29) — und Larsen, O. H., Tidskr. f. Landbrug. Planteavl **17**, 1910, S. 407—509, Orig.-Ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 347—380.
30) Clausen, Ill. landw. Ztg. **31**, 1911, S. 824 f.
31) Conn, H. J., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909/10, S. 454—457.
32) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, 1910, S. 422—433.
33) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1911, S. 70—97.
34) Dachmowski, A., Ohio Nat. **10**, 1910, S. 137—145, ref. Exper. Stat. Record **23**, S. 122, **24**, S. 529.
35) Dojarenko, A., Ann. Inst. Agron. Moscou **17**, 1911, S. 241—246.
36) Dox, A. W., Journ. Biolog. Chemistry **6**, 1909, S. 461—467.
37) —, Journ. Biolog. Chemistry **10**, 1911, S. 77—80.
38) — and Golding, R., Journ. Biolog. Chemistry **10**, 1911, S. 183—186.
39) Drude, Sächs. landw. Zeitschr. **58**, 1910, S. 436—438.
40) Duschetschkin, A., Russ. Journ. f. exp. Landw. **12**, 1911, S. 650—668.
41) Dyer, B., Nature **83**, 1910, S. 96.
42) Dzierzbicki, A., Anz. Akad. Krakau, math.-naturw. Kl. [B] 1910, S. 21—66.
43) Edwards, S. F., Ann. Rep. Ontario Agric. Coll. and Exp. Farm **35**, 1909, S. 132 f., ref. Exp. Stat. Record **23**, S. 318.
44) —, Ann. Rep. Ontario Agric. Coll. and Exp. Farm **36**, 1910, S. 162 f., ref. Exp. Stat. Record **25**, S. 527.
45) Ehrenberg, P., Fühlings landw. Ztg. **59**, 1910, S. 216.
46) —, Mitt. landw. Inst. Breslau **6**, 1910, S. 3—22.
47) —, Landw. Vers.-Stat. **72**, 1910, S. 15—142.
48) —, Chemikerztg. **34**, 1910, S. 1157 f.
49) Ehrenpfordt, M., Zeitschr. f. exp. Pathol. **7**, 1909, S. 455—466.
50) Eichinger, A., Der Pflanzer **7**, 1911, S. 705 f.
51) Ellis, C., Montclair and Ellis-Foster Comp., Chemikerztg. Repert., **35**, 1911, S. 629.
52) Ellis, D., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 321—329, m. 1 Taf.
53) Emmerich, R., Graf zu Leiningen, W. und Loew, O., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 668—683.
54) — — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 466—477.
55) Endell, K., Journ. f. prakt. Chemie [N. F.] **82**, 1910, S. 414—422.
56) Faber, F. C. von, Bull. Dép. Agric. Indes Néerland. Nr. **46**, 1911, ref. Centralbl. f. Agric. Chemie **41**, S. 185.

57) Feilitzen, Hj. von, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 345—352.
58) —, Fühlings landw. Ztg. **59**, 1910, S. 489—492.
59) —, Svenska Moßkulturfören. Tidskr. **24**, 1910, S. 10—34; ref. Centralbl. f. Agric Chemie **39**, S. 694.
60) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 198—205, m. 4. Taf.
61) —, Deutsche landw. Presse **38**, 1911, S. 737 f.
62) Felsinger, L., Zeitschr. f. d. landwirtsch. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 1039—1103.
63) Finzi, B., Staz. sperim. agrar. ital. **44**, 1911, S. 843—848, ref. Chem. Centralbl. 1912, I, S. 515.
64) Fischer, H., Landw. Jahrb. **41**, 1911, S. 755—822.
65) Fletcher, F., Nature **83**, 1910, S. 156 f.
66) —, Cairo Scient. Journ. **4**, 1910, S. 81—86, ref. Exp. Stat. Record **23**, S. 722.
67) Fowler, G. J., Ardern, E. and Lockett, W. T., Proceed. Roy. Soc. London [B] **83**, 1910, S. 149—156.
68) — — —, Journ. Soc. Chem. Ind. **30**, 1911, S. 174—179, ref. Chem. Centralbl. 1911, I, S. 1308.
69) Francé, R. H., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1911, S. 1—7.
70) Franzen, Hartw. und Greve, G., Zeitschr. f. physiol. Chemie **64**, 1910, S. 169—261.
71) — —, Zeitschr. f. physiol. Chemie **67**, 1910, S. 251—296.
72) — —, Zeitschr. f. physiol. Chemie **70**, 1910, S. 19—59.
73) Fred, E. B., Ann. Rep. Virginia Agric. Exp. Stat. 1909/10, S. 138, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, S. 376.
74) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 185—245.
75) Friedenwald, J. and Leitz, T. F., Americ. Journ. Medic. Sciences [N. S.] **138**, 1909, S. 653—661.
76) Gage, G. E., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 7—45.
77) Gedroiz, K., Russ. Journ. f. exp. Landw. **12**, 1911, S. 529—546.
78) —, Russ. Journ. f. exp. Landw. **12**, 1911, S. 811—818.
79) Georgevitch, P., Compt. rend. Soc. Biol. **69**, 1910, S. 276—278.
80) —, Arch. f. Hyg. **72**, 1910, S. 201—210.
81) Gerlach, M., Mitt. Kaiser Wilhelm-Inst., Bromberg, **3**, 1911, S. 351—381.
82) Gimingham, C. T., Journ. Agric. Science **4**, 1911, S. 145—149.
83) Golte, W., Ill. landw. Ztg. **30**, 1910, S. 872 f.
84) Goslings, N., Mededeel. Rijks Hoog. Land-, Tuin- en Boschbouwschool, Deel V, Afl. 1, 1911, S. 52—64.
85) Grabner, E., Journ. f. Landw. **57**, 1909, S. 217—223.
86) Grafe, V. in Abderhaldens Biochem. Handlexikon **2**, 1911, S. 94—113.
87) Grazia, S. de, Staz. sperim. agrar. ital. **43**, 1910, S. 179—184, ref. Botan. Centralbl. **117**, S. 440.
88) Greig-Smith, R., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 154—156.
89) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 552—556.
90) —, Proceed. Linn. Soc. N. S. Wales **295**, pt. IV. 1911, Autorref. Botan. Centralbl. **117**, S. 633.
91) Haas, J., Journ. f. Landw. **58**, 1910, S. 141 f.
92) Hagem, O., Vidensk. Selsk. Skrifter. I. mathem.-naturw. Kl. 1910, No. 4, 152 S., ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, S. 209.

93) Hammer, B. W., Journ. Medic. Research **24**, 1911, S. 527—530, ref. Bull. Inst. Pasteur **9**, S. 830.
94) Headden, W. P., Colorado Agric. Exp. Stat. Bull. **155**, 1910, ref. Exp. Stat. Record **23**, S. 221.
95) —, Colorado Agric. Exp. Stat. Bull. **178**, 1911, S. 3—96, ref. Exp. Stat. Record **25**, S. 814.
96) Heinrich, R., Landw. Ann. Mecklenbg. patr. Ver. [N. F.] **49**, 1910, S. 82, 91, 98, 108.
97) Heinze, B., Landw. Jahrb. **39**, Erg. Bd. III, 1910, S. 314—343.
98) Henschel, G., Das Verhalten des techn. Kalziumzyanamids bei der Aufbewahrung sowie unter dem Einfluß von Kulturböden und Kolloiden. Diss. phil. Leipzig, 1912.
99) Herzog, R. O. und Ripke, O., Zeitschr. f. physiol. Chemie **73**, 1911, S. 284—289.
100) — — und Saladin, O., Zeitschr. f. physiol. Chemie **73**, 1911, S. 290—301.
101) Hesselink van Suchtelen, F. H., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, 1910, S. 45—89.
102) Hiltner, L., Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 1910, S. 43, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, S. 637.
103) —, Ill. landw. Zeitg. **30**, 1910, S. 319 f.
104) —, Ill. landw. Zeitg. **30**, 1910, S. 385, 393.
105) Hoffmann, C. and Hammer, B. W., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, 1910, S. 127—139.
106) Howard, A. and G. L. C., Nature **82**, 1910, S. 456.
107) Hudig, J., Landw. Jahrb. **40**, 1911, S. 613—644.
108) Jännes, J., Beitrag z. Kenntnis d. Stickstoffabgaben einer dünnen, auf Erde lagernden Mistschicht. Diss. phil., Halle 1910. Abgedr. in Ber. landw. Inst. Halle **20**, 1911, S. 5—92.
109) Jegorow, M., Russ. Journ. f. exp. Landw. **12**, 1911, S. 498—528.
110) —, Ann. Inst. Agron. Moscou **17**, 1911, livr. 4, S. 1—58.
111) Jensen, C. A., U. S. Dept. Agric., Bur. Plant Ind., Bull. **173**, 1910, ref. Exp. Stat. Record **23**, S. 122.
112) Jodidi, S. L., Journ. Americ. Chem. Soc. **32**, 1910, S. 396—410.
113) —, Journ. Americ. Chem. Soc. **33**, 1911, S. 1226—1241.
114) Issatschenko, B. und Rostowzew, S., Bull. Jard. Imp. Botan. St. Pétersbourg **11**, 1911, S. 91—95, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, S. 363.
115) Junghanns, Ill. landw. Ztg. **30**, 1910, S. 827.
116) Kalantarian, P., Bakteriologische Untersuch. über Tschernosem. Diss. phil., Leipzig 1911.
117) Kappen, H., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 633—646.
118) —, Fühlings landw. Ztg. **59**, 1910, S. 657—679.
119) Kaserer, H, Ber. dtsch. botan. Gesellsch. **28**, 1910, S. 208—212.
120) —, Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 97—123.
121) —, Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 1022—1030.
122) —, Monatshefte f. Landw. **4**, 1911, S. 324—328.
123) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 577.
124) Kellerman, K. F., U. S. Dept. Agric. Bur. Plant Ind. Circ. **63**, 1910.
125) —, Yearbook U. S. Dept. Agric. f. 1910, S. 213—218 w. 8 plates.
126) —, U. S. Dept. Agric. Bur. Plant. Ind. Cir. **76**, 1911 w. 1 plate.
127) — and Allen, E. R., U. S. Dept. Agric. Bur. Plant Ind. Bull. **211**, 1911.

128) Kellerman, K. F. and Robinson, T. R., Science [N. S.] **30**, 1909, S. 413 f.
129) — —, Science [N. S.] **32**, 1910, S. 159.
130) King, W. E. and Doryland, C. J. T., Kansas Agric. Exp. Stat. Bull. **161**, 1909, S. 211—242, ref. Exp. Stat. Record **22**, S. 21.
131) König, J., Hasenbäumer, J. und Haßler, C., Landw. Vers.-Stat. **75**, 1911, S. 377—441.
132) Koch, A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 1—7.
133) —, Ill. landw. Ztg. **30**, 1910, S. 232—234.
134) —, Journ. f. Landw. **59**, 1911, S. 293—315.
135) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 175—185.
136) — und Hoffmann, C., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 433—436.
137) — und Pettit, H., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 335—345.
138) — und Seydel, S., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 567—570.
139) — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 570—577.
140) Koenig, P., Landw. Jahrb. **39**, 1910, S. 775—916.
141) Kövessi, F., Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 888—890.
142) Kossowicz, A., Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **12**, 1909, S. 757—774.
143) —, Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 69 f.
144) Krainsky, A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 231—235.
145) Krüger, W., Roemer, H. und Wimmer, G., Mitt. Deutsch. Landw. Gesellsch. **26**, 1911, S. 111, 125, 146.
146) Kruijff, E. de, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 54—56.
147) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 65—74.
148) —, Ann. Jard. Botan. Buitenzorg 1910, Suppl. 3, S. 93—96, ref. Botan. Centralbl. **114**, S. 489.
149) Krzemieniewska, H., Anz. Akad. Krakau, math.-naturw. Kl., [B] 1910, S. 376—413.
150) Kulka, W., Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig., **61**, 1911, S. 336—343.
151) Leather, J. W., Nature **83**, 1910, S. 277.
152) Lebedeff, A. J., Ber. dtsch. bot. Gesellsch. **27**, 1909, S. 598—602.
153) —, Ber. dtsch. bot. Gesellschaft **29**, 1911, S. 327—329.
154) Lemmermann, O., Landbote **30**, 1909, S. 1090 f.
155) —, Aso, K., Fischer, H. und Fresenius, L., Landw. Jahrb. **41**, 1911, S. 217—256.
156) —, Blanck, E. und Staub, R., Landw. Vers.-Stat. **73**, 1910, S. 425—456.
157) — —, Heinitz, E. und Wlodek, J. von, Landw. Jahrb. **41**, 1911, S. 163—216.
158) — und Fischer, H., Landw. Jahrb. **40**, 1911, S. 244—254.
159) Liebenberg, A. von, Wiener landw. Ztg. **61**, 1911, S. 984 f.
160) Liebert, F., Kon. Akad. Amsterdam, Wis- en natuurk. Afd. **17**, 1909, S. 990 bis 1001, m. 1 Taf.
161) Lieske, R., Jahrb. f. wissensch. Bot. **49**, 1911, S. 91—127.
162) —, Jahrb. f. wissensch. Bot. **50**, 1911, S. 328—354.
163) Lipman, Ch. B., Journ. Biol. Chemistry **10**, 1911, S. 169—182.
164) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1911, S. 58—64.
165) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, 1912, S. 305—313.
166) Lipman, J. G., New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull. **227**, 1910, S. 3—23, ref. Exp. Stat. Record **22**, S. 715.
167) —, Journ. Agric. Science **3**, 1910, S. 297—300.

168) Lipman, J. G., Botan. Gazette **51**, 1911, S. 454—460.
169) — and Brown, P. E., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 590—632.
170) — — and Owen, J. L., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 156—181.
171) — — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 49—85.
172) Löhnis, F. und Suzuki, S., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 644—647.
173) Loew, O., Porto Rico Agric. Exp. Stat. Circ. **11**, 1909.
174) —, Porto Rico Agric. Exp. Stat. Circ. **12**, 1910.
175) Lyon, T. L. and Bizzell, J. A., Science [N. S.] **30**, 1910, S. 773 f.
176) — —, Journ. Franklin Inst. **171**, 1911, S. 1—16, 205—220, ref. Exp. Stat. Record **24**, S. 710.
177) Maaßen und Behn, Mitt. a. d. biol. Reichsanst. **10**, 1910, S. 31 f.
178) Mameli, E. e Pollacci, G., Atti Accad. Roma [5] **19**, 1910, I, S. 501—504, ref. Chem. Centralbl. 1910, II, S. 232.
179) — —, Atti Accad. Roma [5] **20**, 1911, I, S. 680—637, ref. Chem. Centralbl. 1911, II, S. 293.
180) — —, Atti Istit. Bot. Pavia [2] **15**, 1911, S. 157—257, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, S. 257.
181) Mamelle, Th., Compt. rend. Acad. Paris **150**, 1910, S. 50—52.
182) Mann, H. H., Joshi, N. V. and Kanitkar, N. V., Mem. Dept. Agric. India, Chem. Ser. **2**, 1912, S. 141—191.
183) Marr, F. S., Mitt. landw. Instit. Breslau **5**, 1910, S. 639—656.
184) Mazé, P., Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 452—456.
185) —, Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 1624—1627.
186) —, Ann. Inst. Pasteur **25**, 1911, S. 289—312, 369—391.
187) —, Ann. Inst. Pasteur **25**, 1911, S. 705—738.
188) Mercker, E., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 578—590, m. 1 Taf.
189) Millard, W. A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 502—507.
190) Mitscherlich, E. A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 513—519.
191) — und Merres, E., Landw. Jahrb. **39**, 1910, S. 345—367.
192) Molisch, H., Die Eisenbakterien, 1910.
193) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, 1912, S. 55—62, m. 2 Taf.
194) Montemartini, L., Staz. sperim. agrar. ital. **44**, 1911, S. 564—571, ref. Chem. Centralbl. 1911, II, S. 1464.
195) Mooser, W., Landw. Vers.-Stat. **75**, 1911, S. 53—106.
196) Müntz, A. et Gaudechon, H., Compt. rend. Acad. Paris **154**, 1912, S. 163—168.
197) — et Lainé, E., Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 822—826.
198) — —, Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 1204—1208.
199) — —, Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 1814—1818.
200) Nazari, V., Rendic. Accad. Roma [5] **19**, 1911, II, S. 361—367, ref. Zeitschr. f. Kolloid-Chemie **8**, 1911, S. 334.
201) Niklewski, B., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **26**, 1910, S. 388—442.
202) —, Jahrb. f. wissensch. Botan. **48**, 1910, S. 113—142, m. 1 Taf.
203) Nowacki, A., Deutsche landw. Presse **38**, 1911, S. 166 f.
204) Omeliansky, W. L. und Ssewerowa, O. P., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 643—650.
205) Ordonneau, C., Bull. Soc. Chim. de France [4] **9**, 1911, S. 398—402, ref. Chem. Centralbl. 1911, I, S. 1870.
206) Ortmann, Ch., Jahrb. d. Dtsch. Landw. Gesellsch. **25**, 1910, S. 189—193.

207) Ortmann, Ch., Landw. Ann. d. Mecklenbg. patr. Ver. [N. F.] **49**, 1910, S. 25—32.
208) —, Mitt. Dtsch. Landw. Gesellsch. **26**, 1911, S. 99—103.
209) Parlandt, D., Bull. Jard. Imp. Bot. St. Pétersbourg **11**, 1911, S. 97—105, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, S. 376.
210) Peck, S. S., Hawaiian Sugar Planters' Stat. Agric. and Chem. Bull. **34**, 1910, ref. Exp. Stat. Record **24**, S. 224.
211) Peklo, J., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 451—579.
212) Perotti, R., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909/10, S. 409—419.
213) —, Atti Accad. Roma [5] **20**, 1911, I, S. 266—274, ref. Exp. Stat. Record **25**, S. 227.
214) Pfeiffer, Th., Blanck, E. und Flügel, M., Mitt. landw. Inst. Breslau, **6**, 1911, S. 233—272.
215) — —, Guttmann, A. und Thiel, F., Mitt. landw. Inst. Breslau, **5**, 1910, S. 657—713.
216) Pickering, Sp. U., Journ. Agric. Science **3**, 1910, S. 258—276.
217) —, Journ. Agric. Science **3**, 1910, S. 277—284, m. 3 Taf.
218) Pilz, F., Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 1150—1195.
219) Popp, M., Mitt. Dtsch. Landw. Gesellsch. **26**, 1911, S. 52—57.
220) Prazmowski, A., Anz. Akad. Krakau, math.-naturw. Kl. [B] 1911, S. 739—741.
221) Ramann, E., Bodenkunde, 3. Aufl., 1911.
222) Reis, Fr., Biochem. Zeitschr. **25**, 1910, S. 460—476.
223) —, Biochem. Zeitschr. **25**, 1910, S. 477—493.
224) Remy, Th., Ill. landw. Ztg. **30**, 1910, S. 39, 48.
225) —, Mitt. Dtsch. Landw. Gesellsch. **25**, 1910, S. 777—779.
226) —, Landw. Jahrb. **40**, 1911, S. 604—608.
227) — und Rösing, G., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 36—77.
228) — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, 1911, S. 349—384.
229) Rindell, A., Internat. Mitt. Bodenkunde **1**, 1911, S. 67—80.
230) Ritter, G. A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 650—667, m. 2 Taf.
231) Ritter, G. E., Ber. dtsch. botan. Gesellsch. **29**, 1911, S. 570—577.
232) Rivas, D., Centr. Bot. Labor. Univ. Pennsylvania III, 3, 1910, S. 243—274, ref. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **30**, S. 72.
233) Robinson, Ch. S., Journ. Americ. Chem. Soc. **33**, 1911, S. 564—568.
234) Rochaix, A. et Dufourt, A., Compt. rend. Soc. Biol. **69**, 1910, S. 312—314.
235) Russell, E. J., Nature **83**, 1910, S. 249.
236) —, Journ. Agric. Science **3**, 1910, S. 246—257.
237) — and Golding, J., Journ. Soc. Chem. Ind. **30**, 1911, S. 471—474, ref. Chem. Centralbl. 1911, I, S. 1877.
238) — and Hutchinson, H. B., Journ. Agric. Science **3**, 1909, S. 111—144.
239) Ruyter de Wildt, J. C. de, en Mol, D., Versl. van landbouwkund. onderzoek. d. Rijkslandbouwproefstations **7**, 1910, S. 147—152.
240) Sackett, W. G., Colorado Agric. Exp. Stat. Bull. **179**, 1911, S. 3—42, übers. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 81—115.
241) Sato, T., Zeitschr. f. exp. Pathol. **7**, 1910, S. 427—436.
242) Schindler, F., Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 829—865.
243) Schneidewind, W., Landw. Jahrb. **39**, Erg.-Bd. III, 1910, S. 1—207.
244) —, Arb. d. Dtsch. Landw. Gesellsch. **193**, 1911.
245) —, Meyer, D. und Münter, F., Fühlings landw. Ztg. **60**, 1911, S. 780—791.

246) Schreiner, O. and Lathrop, E. C., Journ. Americ. Chem. Soc. **33**, 1911, S. 1412—1417.
247) — and Shorey, E. C., Science [N. S.] **31**, 1910, S. 308 f.
248) — —, Journ. Biol. Chem. **8**, 1910, S. 381—393.
249) — —, Journ. Americ. Chem. Soc. **32**, 1910, S. 1647—1680.
250) — —, U. S. Dept. Agric. Bur. Soils Bull. **74**, 1910.
251) — —, Journ. Americ. Chem. Soc. **33**, 1911, S. 78—83.
252) — and Sullivan, M. X., Botan. Gazette **51**, 1911, S. 121—130.
253) — — and Reid, F. R., U. S. Dept. Agric. Bur. Soils Bull. **73**, 1910.
254) Schulze, B., Arb. d. Dtsch. Landw. Gesellsch. **198**, 1911.
255) Seelhorst, C. von, Mitt. d. Dtsch. Landw. Gesellsch. **26**, 1911, S. 619, 630, 645.
256) Sewerin, S. A., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909/10, S. 470—479.
257) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, 1910, S. 561—580.
258) Shorey, E. C., Science [N. S.] **33**, 1911, S. 340.
259) Simon, J., Dtsch. landw. Presse **38**, 1911, S. 257.
260) —, Sächs. landw. Zeitschr. **59**, 1911, S. 194—197.
261) —, Sächs. landw. Zeitschr. **60**, 1912, S. 16—19.
262) Sjollema, B., Van Bemmelen-Festschrift 1910, S. 399—406, ref. Chem. Centralbl. 1911, I, S. 496.
263) — en Ruyter de Wildt, J. C. de, Versl. Landbouwkund. Onderzoek. d. Rijkslandbouwproefstat. **7**, 1910, S. 106—146.
264) Söhngen, N. L., Recueil des Travaux chim. d. Pays-Bas etc. [2] **14**, 1910, S. 238—274.
268) —, Akad. Amsterdam, Wis- en natuurk. Afd. **19**, 1910, S. 689—703.
269) Spieckermann, A., Landw. Ztg. f. Westfalen u. Lippe **68**, 1911, S. 34—36.
270) Stahel, G., Jahrb. f. wissensch. Botanik **49**, 1911, S. 579—615.
271) Stern, W., Die Ammoniakbildung durch aerobe und anaerobe Mikroorganismen des Düngers und des Bodens. Diss. phil., Leipzig 1910.
272) Stevens, F. L. and Withers, W. A., Science [N. S.] **29**, 1909, S. 506—508.
273) — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **27**, 1910, S. 169—186.
274) Stewart, R. and Greaves, J. E., Utah Agric. Exp. Stat. Bull. **106**, 1909, S. 69—96, ref. Exp. Stat. Record **22**, S. 617.
275) — —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 115—147.
276) Störmer, K., Fühlings landw. Ztg. **60**, 1911, S. 185—198.
277) Stoklasa, J., Blätter f. Zuckerrübenbau **17**, 1910, S. 1, 24.
278) —, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **29**, 1911, S. 385—519.
279) —, Compt. rend. Acad. Paris **152**, 1911, S. 1340—1342.
280) —, Blätter f. Zuckerrübenbau **18**, 1911, S. 193—197.
281) —, Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich **14**, 1911, S. 1243—1279.
282) —, Chemikerztg. **35**, 1911, S. 1425—1427.
283) Stutzer, A. und Reis, F., Journ. f. Landw. **58**, 1910, S. 65—76.
284) — — und Söll, J., Fühlings landw. Zeitg. **59**, 1910, S. 413—420.
285) Suzuki, S., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **31**, 1911, S. 27—49.
286) Tacke, B., Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **7**, 1909, S. 154—156.
287) —, Ill. landw. Zeitg. **30**, 1910, S. 13 f.
288) — und Süchting, H., Landw. Jahrb. **41**, 1911, S. 717—754.
289) Taylor, C. S., Quart. Journ. Dept. Agric. Bengal **2**, 1909, S. 281—287, ref. Exp. Stat. Record **22**, S. 124.

290) Teichinger, A., Monatshefte f. Landw. **4**, 1911, S. 78—81.
291) Temple, J. C., Georgia Agric. Exp. Stat. Bull. **95**, 1911.
292) Thaer, W., Der Einfluß von Kalk und Humus usw. Preisschrift d. Philos. Fakultät Göttingen, 1911.
293) Traetta-Mosca, F., Gaz. chim. ital. **40**, 1910, I, S. 86—102.
294) Ulpiani, C., Gaz. chim. ital. **40**, 1910, I, S. 613—666.
295) Vahle, C., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **25**, 1909/10, S. 178—256, m. 2 Taf.
296) Vogel, J., Mitt. Kaiser Wilhelm-Inst. Bromberg **2**, 1910, S. 388—423.
297) —, Mitt. Kaiser Wilhelm-Inst. Bromberg **3**, 1911, S. 330—350.
298) Weis, Fr., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **28**, 1910, S. 434—460.
299) West, G. S. and Griffith, B. M., Proceed. Roy. Soc. London [B] **81**, 1909, S. 398—404.
300) Wlodek, J. von, Beitr. z. Frage d. Ammoniakverdunstung usw. Diss. phil., Berlin 1911.
301) Wolff, M., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, 1912, S. 314—320.
302) Zipfel, H., Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1911, S. 97—137.

Zur Abwehr.

Herr Professor Dr. Wehmer, Herausgeber des Mykologischen Centralblattes, hat es für gut befunden, mich gelegentlich einer Bücherbesprechung in einer recht ungewöhnlichen Weise anzugreifen. Die Anschuldigungen des Herrn Dr. Wehmer, der wohl weit über den Rahmen einer objektiven Kritik hinausgegangen ist, weise ich entschieden zurück. Die Beurteilung der Handlungsweise des Herrn Dr. Wehmer überlasse ich dem fachkundigen Leser, ebenso wie auch die Prüfung der von ihm herangezogenen Stellen.

Es ist allgemein üblich, als Quellenangabe bei Abbildungen bloß den Namen des Autors (Urhebers) anzuführen; eine besondere Angabe des Werkes (Buch, Zeitschrift), dem die Zeichnung entnommen wurde, ist **nicht** üblich. Auch das von Herrn Dr. Wehmer öfters angeführte Handbuch weist nur diese Art der Quellenangabe auf, also z. B. nach Brefeld, nach Zopf, nach de Bary, nach Hansen usw. Dem deutschen und dem österreichischen Urhebergesetze zufolge müssen Zeichnungen (Abbildungen) ohne jede Änderung gebracht werden, was Herr Dr. Wehmer nicht zu wissen scheint. Die Legende (Zeichenerklärung) ist ein integrierender Bestandteil der Zeichnung. Die Verkleinerung oder Vergrößerung einer Abbildung, die übrigens auch in der Legende anzuführen wäre, begründet kein neues, besonderes Urheberrecht. Ich betone, daß daher alle Abbildungen in den beiden „rezensierten“ Büchern mit der erforderlichen, allgemein üblichen Quellenangabe versehen sind.

Ich möchte nur noch bemerken, daß ich die Systematik der Saccharomyceten nach Hansen auf Grund der Originalabhandlungen von Hansen und Klöcker bearbeitet habe, auf die doch im Text genügend deutlich hingewiesen wurde (siehe Seite **20, 26, 30** [Zeile 17 von oben], **182** [auch Zeile 17 von oben] meiner „Einführung in die Mykologie der Genußmittel usw.“), daß Herr Dr. Klöcker selbst die außerordentliche Güte hatte, mir auf meine Bitte hin, einen Sonderabdruck seiner in den Compt. rend. des trav. du Labor. de Carlsberg erschienenen Abhandlung mit den Abbildungen des Debaryomyces und Schwanniomyces zur Verfügung zu stellen, daß gerade dieses sehr kurz gehaltene Kapitel eine Reihe von Abbildungen enthält (selbstverständlich wie alle Abbildungen der beiden Bücher mit der üblichen Quellenangabe), die in keinen anderen Hand- und Lehrbüchern bisher Aufnahme gefunden haben, und daß jedenfalls auch die Zusammenstellung von Literaturangaben „ohne besondere kritische Verarbeitung“ Nutzen stiften kann, wie dies besonders deutlich aus dem Umstande hervorgeht, daß Herr Dr. Wehmer jedenfalls erst aus meiner „Einführung“ etwas über den Inhalt der 1906 erschienenen grundlegenden Arbeit von C. Allan über die ihn sonst interessierende Rumgärung erfahren hat.

So wäre noch manches zu erwähnen, doch will ich auf diese Angelegenheit schon deshalb nicht weiter eingehen, weil leicht die Anschauung erweckt werden könnte, als ob es sich nicht bloß um eine unerquickliche Auseinandersetzung zwischen dem Autor zweier bescheidener Lehrbücher und einem übereifrigen Bücherrezensenten, sondern zwischen den Herausgebern bezw. Redakteuren zweier gleichzeitig erschienenen, in ihren Zielen sehr ähnlichen Zeitschriften handelt, was zum mindesten lächerlich wirken müßte.

In der Zeitschrift für Gärungsphysiologie, die ausschließlich wissenschaftlichen Zwecken dienen soll, werde ich auf diese Angelegenheit nicht mehr zurückkommen.

Wien, am 22. Juni 1912.

Dr. Alexander Kossowicz.

Register der Personennamen.

Alphabetisches Sachregister.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin
W 35 Schöneberger Ufer 12a

Einführung in die Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe von **Professor Dr. Alexander Kossowicz**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 21 Abbildungen im Text und fünf Tafeln. Geheftet 4 Mk., gebunden 5 Mk.

Zeitschr. f. angewandte Chemie, Jahrg. XXIV, 1911, S. 1600: „Das Buch kann allen sich für dieses Gebiet interessierenden Kreisen bestens empfohlen werden und wird insbesondere dem Chemiker ein wertvolles Hilfswerk sein".

Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene, Jahrg. XXI, 1911, S. 331: „ . . . und behandelt insbesondere auch die Mykologie des Fleisches, der Milch, der Butter, der Käsefabrikation und der Tierfuttermittel, weshalb auf die neue Erscheinung auch an dieser Stelle aufmerksam gemacht werden soll".

Berl. Tierärztliche Wochenschrift, XXVII. Jahrg. 1911, S. 760: „Was den Inhalt des Buches anbelangt, so bedingt die rein wissenschaftliche Darstellung, daß das Werk für Bakteriologen von Fach sich eignet . . . . Es verdient auch von letzteren seines Inhalts wegen geschätzt zu werden, in erster Linie könnte es, da es die Bakteriologie der animalischen Nahrungsmittel, die Zersetzungen, Konservierung derselben, eingehender behandelt, gerade für Tierärzte in Frage kommen und empfohlen werden".

Militär-Literatur-Zeitung, 92. Jahrg., 1911, S. 294: „ . . . so erweist sich das Buch, das mit vielen und guten Abbildungen versehen ist, als sehr brauchbar".

Zeitschr. f. das landw. Versuchswesen, 1911, S. 148: „Aus dieser Inhaltsangabe ergibt sich eine Reichhaltigkeit dieses Lehrbuches, welche man bei dem relativ geringen Umfang desselben nicht vermuten würde. Verf. hat es verstanden, durch wohltuende prägnante Kürze die Fülle des Stoffes zu meistern . . . . machen das Buch auch dem Fachmann wertvoll, dessen Interesse überdies durch Darstellung eigener Versuche und Beobachtungen des Verfassers angeregt wird".

Pharmazeutische Zeitung, 1911, No. 51: „ — und kann vor allem denen, die sich über die speziellen Fragen der Mykologie des Nahrungsmittelgewerbes orientieren wollen, empfohlen werden".

Nature, Vol. 88. No. 2203, 1912, p. 377: „The book is a very readable one, and is well and sufficiently illustrated".

Monatshefte für Landwirtschaft, 1912, S. 63: „Das vorliegende Buch bietet eine übersichtliche Zusammenfassung der wichtigsten Erfahrungen und Methoden auf dem Gebiete der Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe . . . . Bei dem relativ geringen Umfang überrascht die Reichhaltigkeit des Gebotenen . . . . Das Buch kann als Lehrbuch allen jenen, die sich auf dem Gebiete der Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe informieren wollen, nur empfohlen werden".

Einführung in die Mykologie der Genußmittel und in die Gärungsphysiologie von **Professor Dr. Alexander Kossowicz.** Mit 2 Tafeln und 50 Textabbildungen. Geh. 6 Mk., geb. 7 Mk.

Zeitung für Spiritus- und Stärke-Industrie (Zentralblatt für Gärungsgewerbe), 13. Jahrg. 1912, S. 79: „In anziehender und leicht verständlicher Form führt der

Verfasser den Leser in das recht umfangreiche Gebiet der Myk. d. Genußmittel und der Gärungsphysiologie ein. Wegen seiner knappen, verständlichen Form ist es beim Selbststudium dieses Gebietes ein guter Führer; für den Gärungsphysiologen ist es ein wertvolles Nachschlagewerk . . . .".

Österr. Chemiker-Zeitung, Jahrg. XV, S. 132: „Das Werk kann seiner leichtfaßlichen und knappen Darstellung wegen namentlich Studierenden, wie all jenen warm empfohlen werden, welche sich über die Myk. der Genußmittel kurz orientieren wollen; es ist vorzüglich geeignet, mykologische Kenntnisse in weitere Kreise zu tragen und Anregung zum Studium spezieller Gebiete zu geben. Die Myk. der Senffabrikation, das eigene Forschungsgebiet des Verfassers, wird hier zum ersten Male im Zusammenhang behandelt . . . . ".

Nature, Vol. 88, No. 2209, 1912, p. 578: „ . . . The preparation of mustard has been specially investigated by the author". „ . . . The book, which, as will be seen, deals with an extremely interesting subject, is provided with a good index and bibliography, and is adequately illustrated."

Deutsche Wein-Zeitung, 1911, S. 766: „Der Brennerei, Rum- und Arrakfabrikation sowie der Weinbereitung sind besonders interessante Abschnitte gewidmet".

Der Tropenpflanzer, 15. Jahrg., 1911, S. 647: „Wenn auch das Buch im allgemeinen streng wissenschaftlich gehalten ist, so dürfte doch auch der Praktiker in den Kolonien durch dasselbe wertvolle Aufschlüsse . . . . erhalten".

Chemisch Weekblad, 9. Jahrg. 1912, S. 12: „ . . . Vooral uit technisch oogpunt zijn de voor ons liggende geschriften belangrijk, omdat op overzichtelijke wijse en met vermelding van literature, warbij ook de jongste niet vergeten is, talrijke vraagstukken de revue passeeren. Talrijke illustraties verluchtigen het geschreven woord on werken er toe mede van het werk een aarding geheel te maken . . . ."

Die deutsche Essigindustrie, XVI. Jahrg. 1912, S. 68: „ . . . Zum Selbststudium ist es wegen seiner knappen verständlichen Form wohlgeeignet — für den Gärungsphysiologen ist es ein wertvolles Nachschlagewerk".

Monatshefte für Landwirtschaft, 1912, S. 125: „Reichhaltigkeit und übersichtliche, verständliche Darstellung sind auch dem neuen Werke eigen . . . Als besonders wertvoll sind die wieder mit großem Fleiß sorgfältig zusammengestellten Literaturnachweise zu bezeichnen . . . Und so wären noch eine Menge Vorzüge des Buches anzuführen, was ich für überflüssig halte, da ein solches treffliches Lehrbuch von selbst die Aufmerksamkeit der interessierten Kreise auf sich lenkt".

Wochenschrift für Brauerei, XXIX. Jahrg. 1912, S. 223: „ . . . sie sind mehr für Studenten berechnet. Den letzteren kann aber das Buch sehr empfohlen werden, ferner allen denen, die sich auf den verschiedenen Zweigen der Genußmittelbiologie einmal orientieren wollen . . ."

Zeitschrift für angewandte Chemie, 24. Jahrg. 1911, S. 2434. „ . . . die streng wissenschaftliche Behandlung des Stoffes und die ganz vorzüglichen Literaturnachweise, die alle irgendwie bedeutenderen Publikationen bis in die neueste Zeit berücksichtigen, werden das Werk dem Fachmann als eine willkommene Bereicherung seines literarischen Rüstzeuges erscheinen lassen. Dabei ist aber auch mit bestem Erfolge darauf Bedacht genommen worden, daß das Buch überhaupt jedem naturwissenschaftlich Gebildeten zur Einführung in dieses hochinteressante Gebiet dienen kann".

Einführung in die Agrikulturmykologie. I. Teil: **Bodenbakteriologie.** Von **Professor Dr. Alexander Kossowicz.** Mit 47 Textabbildungen. Geheftet 4 Mk., gebunden 5 Mk.

Fühlings Landwirtschaftliche Zeitung. 61. Jahrg. 1912, S. 462: „ . . . der erste Band dieses Werkes, die Bodenbakteriologie, liegt vor. In ihm wird eine gute Einführung in das Studium der Bodenbakteriologie gegeben, durch die es auch dem Anfänger möglich gemacht wird, sich ohne Schwierigkeit auf dem sehr wichtigen Gebiete zu orientieren . . . Dabei sind die grundlegenden Forschungen sowohl als auch die neuen Arbeiten ihrer Bedeutung entsprechend berücksichtigt. Ein ausführlicher Literaturnachweis und ein gutes Sachregister erhöhen den Wert des gut ausgestatteten und mit instruktiven Abbildungen versehenen Buches, das besonders auch Landwirtschaftslehrern und Studierenden der Landwirtschaft bestens empfohlen sei."

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

Buchdruckerei E. Buchbinder (H. Duske) Neuruppin.